

# Illuminating device

**Publication number:** CN1422104 (A)

**Publication date:** 2003-06-04

**Inventor(s):** KOWASHI KAWACHI [JP]; TESSHI SEO [JP]

**Applicant(s):** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]

**Classification:**

**- international:** *H01L33/00; H01L51/30; H01L51/50; H01L27/32; H01L51/00; H01L51/52; H01L33/00; H01L51/05; H01L51/50; H01L27/28; H01L51/00; (IPC1-7): H05B33/12; H05B33/22*

**- European:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; H01L51/50G

**Application number:** CN20021054825 20021202

**Priority number(s):** JP20010367557 20011130

**Also published as:**

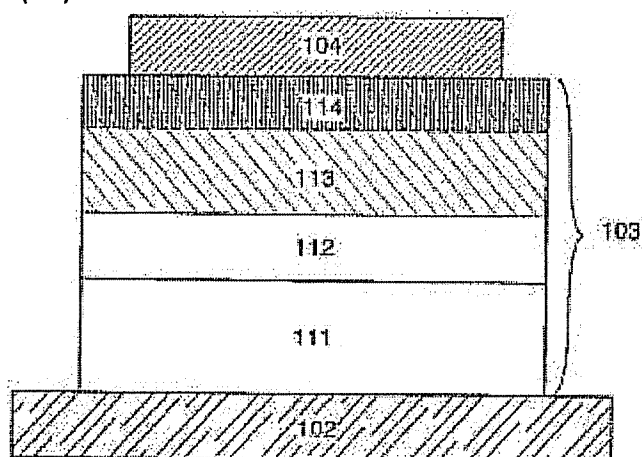
 US2003111666 (A1)  
 US7141817 (B2)  
 US2007063196 (A1)  
 US7372076 (B2)  
 US2008278069 (A1)

more >>

Abstract not available for CN 1422104 (A)

Abstract of corresponding document: **US 2003111666 (A1)**

By doping an organic compound functioning as an electron donor (hereinafter referred to as donor molecules) into an organic compound layer contacting a cathode, donor levels can be formed between respective LUMO (lowest unoccupied molecular orbital) levels between the cathode and the organic compound layer, and therefore electrons can be injected from the cathode, and transmission of the injected electrons can be performed with good efficiency. Further, there are no problems such as excessive energy loss, deterioration of the organic compound layer itself, and the like accompanying electron movement, and therefore an increase in the electron injecting characteristics and a decrease in the driver voltage can both be achieved without depending on the work function of the cathode material.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

**Family list****8 application(s) for: CN1422104 (A)****1 Illuminating device**

**Inventor:** KOWASHI KAWACHI [JP] ; TESSHI SEO [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L33/00; H01L51/30; H01L51/50; (+10)  
**Publication info:** CN1422104 (A) — 2003-06-04

**2 LIGHT EMITTING DEVICE**

**Inventor:** NISHI TAKESHI ; SEO TETSUSHI **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB  
**EC:** **IPC:** H01L51/50; H05B33/14; H05B33/22; (+5)  
**Publication info:** JP2003229278 (A) — 2003-08-15  
JP3742054 (B2) — 2006-02-01

**3 LIGHT EMITTING DEVICE**

**Inventor:** NISHI TAKESHI ; SEO SATOSHI **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB KK  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L33/00; H01L51/30; H01L51/50; (+9)  
**Publication info:** KR20030044888 (A) — 2003-06-09

**4 LIGHT EMITTING DIVICE**

**Inventor:** NISHI TAKESHI [JP] ; SEO SATOSHI [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB KK [JP]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L29/786; H01L33/00; H01L51/30; (+10)  
**Publication info:** KR20080013836 (A) — 2008-02-13

**5 Light emitting device**

**Inventor:** NISHI TAKESHI [JP] ; SEO SATOSHI [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L33/00; H01L51/30; H01L51/50; (+8)  
**Publication info:** TW291775 (B) — 2007-12-21

**6 Light emitting device**

**Inventor:** NISHI TAKESHI [JP] ; SEO SATOSHI [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [US]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L33/00; H01L51/30; H01L51/50; (+9)  
**Publication info:** US2003111666 (A1) — 2003-06-19  
US7141817 (B2) — 2006-11-28

**7 Light emitting device**

**Inventor:** NISHI TAKESHI [JP] ; SEO SATOSHI [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L29/08; H01L33/00; H01L51/30; (+10)  
**Publication info:** US2007063196 (A1) — 2007-03-22  
US7372076 (B2) — 2008-05-13

**8 Light Emitting Device**

**Inventor:** NISHI TAKESHI [JP] ; SEO SATOSHI [JP] **Applicant:** SEMICONDUCTOR ENERGY LAB [JP]  
**EC:** H01L51/50G2; H01L51/00M6B; (+1) **IPC:** H01L33/00; H01L51/52; H01L51/30; (+8)  
**Publication info:** US2008278069 (A1) — 2008-11-13

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H05B 33/12

H05B 33/22



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02154825.0

[43] 公开日 2003 年 6 月 4 日

[11] 公开号 CN 1422104A

[22] 申请日 2002.12.2 [21] 申请号 02154825.0

[30] 优先权

[32] 2001.11.30 [33] JP [31] 367557/2001

[71] 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 西毅 濑尾哲史

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘元金 马崇德

权利要求书 4 页 说明书 49 页 附图 19 页

[54] 发明名称 发光器件

[57] 摘要

通过在接触阴极的有机化合物层中掺入起电子给体功能的有机化合物掺杂剂,可在阴极与有机化合物层之间,在相应 LUMO(最低空分子轨道)能级之间形成给体能级,因此电子可从阴极注入,并且注入电子的传输也可高效地进行。再有,不存在伴随电子运动的诸如能量过分损失、有机化合物层本身退化之类的问题,因此,电子注入特性的提高与驱动电压的降低可在不依赖阴极材料逸出功的情况下同时实现。

ISSN 1008-4274

1. 一种发光器件, 包括:  
阳极;  
阴极; 以及
- 5 介于阳极与阴极之间的有机化合物层, 该有机化合物层包含发光层和电子传输层,  
其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极, 以及电子发射区包含给体分子并且接触阴极。
2. 一种发光器件, 包括:
- 10 阳极;  
阴极; 以及
- 介于阳极与阴极之间的有机化合物层, 该有机化合物层包含发光层和电子传输层,  
其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极,
- 15 其中电子传输层包含具有电子传输特性的材料, 以及  
其中电子发射区包含给体分子和具有电子传输特性的材料, 并且接触阴极。
3. 一种发光器件, 包括:  
具有在绝缘表面上成形的源极区和漏极区的 TFT;
- 20 成形在 TFT 上的层间绝缘膜;  
成形在层间绝缘膜上的第一电极;  
成形为覆盖第一电极边缘部分的绝缘层;  
成形在第一电极上的有机化合物层, 该有机化合物层包含发光层和电子传输层; 以及
- 25 成形在有机化合物层上的第二电极,  
其中第一电极电气连接源极区与漏极区之一,  
其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极, 并且  
其中电子发射区包含给体分子并接触阴极。
4. 一种发光器件, 包括:
- 30 具有在绝缘表面上成形的源极区和漏极区的 TFT;  
成形在 TFT 上的层间绝缘膜;  
成形在层间绝缘膜上的第一电极;

成形为覆盖第一电极边缘部分的绝缘层;

成形在第一电极上的有机化合物层,该有机化合物层包含发光层和电子传输层;以及

成形在有机化合物层上的第二电极,

5 其中第一电极电气连接源极区与漏极区之一,

其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极,

其中电子传输层包含具有电子传输特性的材料,并且

其中电子发射区包含给体分子和具有电子传输特性的材料,并接触阴极。

10 5.一种发光器件,包括:

阳极;

阴极;以及

介于阳极与阴极之间的有机化合物层,该有机化合物层包含空穴传输层、发光层和电子传输层,

15 其中至少一部分空穴传输层通过空穴发射区接触阳极,

其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极,

其中空穴发射区包含受体分子并接触阳极,以及

其中电子发射区包含给体分子并接触阴极。

6.一种发光器件,包括:

20 阳极;

阴极;以及

介于阳极与阴极之间的有机化合物层,该有机化合物层包含:空穴传输层,该层包含具有空穴传输特性的材料;发光层;和电子传输层,该层包含具有电子传输特性的材料,

25 其中至少一部分空穴传输层通过空穴发射区接触阳极,

其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极;

其中空穴发射区包含受体分子和具有空穴传输特性的材料;以及

其中电子发射区包含给体分子和具有电子传输特性的材料,并接触阴极。

30 7.一种发光器件,包括:

具有在绝缘表面上成形的源极区和漏极区的 TFT;

成形在 TFT 上的层间绝缘膜;

- 成形在层间绝缘膜上的第一电极；  
成形为覆盖第一电极边缘部分的绝缘层；  
成形在第一电极上的有机化合物层，该有机化合物层包含空穴传输层、发光层和电子传输层；以及
- 5 成形在有机化合物层上的第二电极，  
其中第一电极电气连接源极区与漏极区之一，  
其中至少一部分空穴传输层通过空穴发射区接触阳极，  
其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极，  
其中空穴发射区包含受体分子并接触阳极；以及
- 10 其中电子发射区包含给体分子并接触阴极。
8. 一种发光器件，包括：  
具有在绝缘表面上成形的源极区和漏极区的 TFT；  
成形在 TFT 上的层间绝缘膜；  
成形在层间绝缘膜上的第一电极；
- 15 成形为覆盖第一电极边缘部分的绝缘层；  
成形在第一电极上的有机化合物层，该有机化合物层包含：空穴传输层，该层包含具有空穴传输特性的材料；发光层；和电子传输层，该层包含具有电子传输特性的材料，以及  
成形在有机化合物层上的第二电极，
- 20 其中第一电极电气连接源极区与漏极区之一，  
其中至少一部分空穴传输层通过空穴发射区接触阳极，  
其中至少一部分电子传输层通过电子发射区接触阴极，  
其中空穴发射区包含受体分子和具有空穴传输特性的材料并接触阳极；以及
- 25 其中电子发射区包含给体分子和具有电子传输特性的材料并接触阴极。
9. 一种发光器件，包括：  
阳极；  
阴极；以及
- 30 介于阳极与阴极之间的有机化合物层，该有机化合物层包含发光层和电子传输层，  
其中至少一部分电子传输层包含给体分子，以及

其中该部分接触阴极。

10. 一种发光器件，包括：

阳极；

阴极；以及

5 介于阳极与阴极之间的有机化合物层，该有机化合物层包含空穴传输层、发光层和电子传输层，

其中至少一部分空穴传输层包含受体分子，且其中该部分空穴传输层接触阳极，以及

10 其中至少一部分电子传输层包含给体分子，且其中该部分电子传输层接触阴极。

11. 权利要求 3、4、7 和 8 中任何一项的发光器件，其中第一电极是阳极，第二电极是阴极，且电子发射区接触第二电极。

12. 权利要求 3、4、7 和 8 中任何一项的发光器件，其中第一电极是阴极，第二电极是阳极，且电子发射区接触第一电极。

15 13. 权利要求 1~10 中任何一项的发光器件，其中有机化合物层包含空穴注入层、空穴传输层、发光层、阻挡层、电子传输层和电子发射区。

14. 权利要求 1~8 中任何一项的发光器件，其中电子发射区包含 3, 3', 5, 5'-四甲基联苯胺。

20 15. 权利要求 1~10 中任何一项的发光器件，其中发光器件被结合到选自下列物品的至少一件中：显示装置、数字式照相机、笔记本式个人电脑、移动电脑、备有记录介质的便携式图象播放装置、眼镜式显示器、摄像机和便携式电话。

## 发光器件

## 技术领域

- 5 本发明涉及一种发光器件及其制造方法，其中采用一种发光元件，它具有夹在一对电极之间的含有机化合物的薄膜(以下称之为“有机化合物层”)并可在受到电场作用后发荧光或发光。本文中所述发光器件是一种图象显示器件、发光器件或光源。另外，该发光器件的例子包括以下组成部分：一种模块，其中一种连接器，例如，一种柔性印刷电路(FPC)或带式自动连接(TAB)磁带或带状载体封装(TCP)安装在发光元件上；一种模块，其中印刷电路板固定在TAB磁带或TCP前端；
- 10 以及一种模块，其中集成电路(IC)以“玻璃载芯片(COG)”的方式直接安装在发光元件上。

## 背景技术

- 15 本发明中的发光元件是一种通过施加电场导致发光的元件。关于其发光机理，据说是，通过对夹在有机化合物层两侧的电极施加电压，从阴极注入的电子与从阳极注入的空穴在有机化合物层中复合，结果产生激发态分子(以下称作“分子激发”)，于是该分子激发，当返回到基态时便释放能量而发光。

- 20 在此种发光元件中，有机化合物层通常由厚度小于1  $\mu\text{m}$ 的薄膜构成。另外，鉴于该发光元件属于自发光型元件，故有机化合物层本身发光，不需要传统液晶显示器中使用的背面光。于是，一大优点是可以制成极薄、质轻的发光元件。

- 25 还有，当考虑，例如厚约100 nm~200 nm有机化合物层的载流子迁移率时，从载流子注入到复合这段时间是几十纳秒。即便把从载流子复合到发光过程所需时间也包括在这段时间内，发光过程也将在微秒数量级之内完成。可见，极高的响应速度是其特征之一。

- 从诸如薄型、轻质、高速响应和直流低电压驱动等特性考虑，该发光元件被看成下一代平面显示元件。另外，鉴于该发光元件为自发光型且具有宽视角，因此可视性比较好。因而，认为该发光元件作为
- 30 移动电子设备显示屏使用的元件很有效。

伊士曼-柯达公司的 Tang 等人成功地获得一种高亮度和高效率，



足以付诸要求以等于或低于 10 V 取得 1000 cd/m<sup>2</sup> 亮度以及外部量子效率 1% 的实际应用, 其做法包括, 将具有不同载流子运输性能的有机化合物层合起来, 以改善其中空穴与电子各自分别从阳极和阴极注入的元件的特性, 使二者达到充分平衡, 同时厚度做到 200 nm 或更小(参

- 5 考文献 1:《应用物理通讯(Appl. Phys. Lett.)》51, 913(1987))。关于该元件的高量子效率, Tang 在基本上被视为绝缘体的该有机化合物上采用小逸出功的镁, 以便降低由金属电极注入电子所产生的能垒。然而, 镁容易氧化、不稳定, 并且对有机表面粘附性差, 于是将镁与银共沉积, 因为银比较稳定并对有机表面具有高粘附力, 二者形
- 10 成合金来使用。

Toppan Printing 公司的小组报道, 通过逸出功比镁小的锂与铝形成合金以便稳定化, 作为阴极使用, 可达到驱动电压比镁合金元件低, 亮度比其高(参考文献 2:《第 51 届日本应用物理学会年会, 摘要 28a - PB-4, p. 1040)。

- 15 从上面提到的合金电极背景技术来看, 目前要求开发一种更稳定的阴极。近年来, 有人报道, 通过插入一种超薄绝缘层(0.5 nm)形式的由氟化锂之类制成的阴极缓冲层, 即使铝阴极也能提供等于或高于镁-银合金或类似合金的发光性能(参考文献 3: L. S. Hung, C. W. Tang 和 M. G. Mason:《应用物理通讯》70(2), 152(1997))。

- 20 配置此种阴极缓冲层导致性能改进的机理可能是这样的: 当构成阴极缓冲层的氟化锂与构成有机化合物层的电子传输层的 Alq<sub>3</sub> 接触时, Alq<sub>3</sub> 的能带发生弯曲, 从而降低电子注入能垒。

- 另一桩报道是通过降低从阴极到有机化合物层的电子注入能垒改善从阴极的电子注入, 做法是, 在接触发光元件阴极的有机化合物层
- 25 中形成金属掺杂层, 该掺杂层由一种或多种选自下列的金属制成: 逸出功等于或大于 4.2 eV 的碱金属、碱土金属以及包括稀土金属的过渡金属(日本专利申请公开号平 10-270171)。

- 如上所述, 在由阳极、阴极和有机化合物层组成的发光元件中, 提出一项从改善发光元件的元件特性着手, 改善从电极注入载流子能
- 30 力的发明。

再有, 另据报道, 与该空穴注入和电导率改善相一致的载流子密度可通过在与发光元件阳极接触的空穴传输层中掺杂以电子接受材料

来提高。于是，可实现低驱动电压(参考文献 4:J. Blochwitz, M. Pfeiffer, T. Fritz 和 K. Leo, 《应用物理通讯》73, 第 6 期, p. 729(1998))。

5 然而，就该有源矩阵发光器件而言，当上面描述的阴极缓冲层和金属掺杂层设在有机化合物层与阴极之间以改善发光元件的元件特性时，同时也改善了从阴极的注入，然而，TFT(薄膜晶体管)特性则由于部分阴极缓冲层中包含碱金属和碱土金属而恶化，并且金属掺杂层因扩散而飘移，并影响到连接发光元件的 TFT。因此，发光元件的特性虽然改善，但随后 TFT 的特性却恶化了。

10 通过掺杂电子接受材料，与空穴注入和电导率改善相一致的载流子密度可提高，但同时，起受体作用的有机化合物有可能形成电荷转移络合物。在电荷转移络合物存在于与发光层的界面上时，由发光层上产生的载流子的复合所产生的能量移动到非发光电荷转移络合物上，从而导致猝灭。给体的情况也完全一样，可通过加入电子剂量的  
15 该材料作为掺杂剂，将改善电子注入。

#### 发明内容

因此，本发明的目的是提供一种发光元件，它具有防止发光元件因发光层上载流子复合产生的能量移出而猝灭的机制，且还能改善载流子注入而不需要采用影响 TFT 的材料，如传统上使用的碱金属和碱  
20 土金属。

为解决上述问题，本发明可在阴极与有机化合物层之间，各自最低空分子轨道(LUMOs)之间形成给体能级。这是通过以一种起电子给体作用的有机化合物(以下称“给体分子”)掺杂以便在接触阴极的有机化合物层上施加电子来达到的。因此，电子从阴极的注入以及被注入  
25 电子的传输便可高效率地进行。再者，伴随电子移动出现的过分能量损失以及有机化合物层本身变质之类的问题也不复存在，因此电子注入特性的提高以及驱动电压的降低皆可实现，不管阴极材料的逸出功如何。

另外，不再有因给体分子扩散导致 TFT 特性下降的问题，因此发  
30 光器件的特性得到改善，而没有使用碱金属或碱土金属时存在的缺陷。

在本发明中，一种电子发射区通过在有机化合物层中包含的部分

电子传输层中掺入给体分子掺杂剂而形成。要指出的是，这里形成的电子发射区被成形为与发光器件的阴极接触，因此，从阴极的电子注入特性可以提高。另外，存在着未掺入给体分子掺杂剂的电子传输层，因此可形成这样一种构造，其中电子发射区与发光层之间没有直接接触。

在电荷转移络合物是由电子发射区中的给体分子形成的情况下，如果电荷转移络合物存在于与发光层的界面上，本发明的构造可防止发光层中载流子复合所产生的能量转移到非发光电荷转移络合物上，从而在光学上导致光猝灭这样的问题。

就是说，本发明发光元件的特征在于，有机化合物层成形在阳极与阴极之间。该有机化合物层具有发光层和包含给体分子的电子发射区。电子发射区被制成与阴极相接触而不接触发光层。

根据本发明结构，提供一种发光器件，包括：阳极；阴极和有机化合物层，该器件的特征在于：有机化合物层成形在阳极与阴极之间；有机化合物层具有发光层和电子传输层；电子传输层的至少一部分通过电子发射区接触阴极；以及电子发射区包含给体分子并成形为接触阴极。

再有，根据另一种本发明结构，提供一种发光器件，包括：成形在绝缘表面上的 TFT；成形在 TFT 上的层间绝缘膜；成形在层间绝缘膜上的第一电极；成形为覆盖第一电极边缘部分的绝缘层；成形在第一电极上的有机化合物层；以及成形在有机化合物层上的第二电极，该器件的特征在于：该 TFT 具有源极区和漏极区；第一电极与源极区和漏极区之一电气相连；有机化合物层具有发光层和电子传输层；电子传输层的至少一部分通过电子发射区接触阴极；以及电子发射区成形为接触阴极。

在根据上述结构之一的发光器件中，当第一电极是阳极且第二电极是阴极时，电子发射区被制成与第二电极接触，然而当第一电极是阴极且第二电极是阳极时，电子发射区被制成与第一电极接触。

另外，在上述两种结构的每一种中，从空穴注入层、空穴传输层、发光层、阻挡层、电子传输层和成形在一部分电子传输区内的电子发射区当中，有机化合物层包含发光层、电子传输层和电子发射区。电子发射区由含给体分子的有机化合物构成。

另外,在上述两种结构的每一种中,也可在部分空穴传输层或空穴注入层中成形包含受体分子的空穴发射区。如果成形空穴发射区,则采取这样一种结构,其中空穴发射区被制成与阳极接触,再有,其中空穴发射区与发光层之间不直接接触。

- 5 要指出的是,虽然本发明发光器件的结构适合发光元件电气连接 TFT 的有源矩阵发光器件,但本发明也可以在无源发光器件中实施。

要指出的是,从本发明发光器件获得的发光包括来自单线激发态、来自三重激发态或者来自这两种激发态的光发射。

#### 附图简述

- 10 在附图中:

图 1 是解释本发明发光器件的元件结构的示意图;  
图 2A 和 2B 是解释朝上发射型发光器件的元件结构的示意图;  
图 3 是解释朝上发射型发光器件的元件结构的示意图;  
图 4A 和 4B 是解释朝上发射型发光器件的元件结构的示意图;  
15 图 5 是解释朝上发射型发光器件的元件结构的示意图;  
图 6A 和 6B 是解释朝下发射型发光器件的元件结构的示意图;  
图 7 是解释朝下发射型发光器件的元件结构的示意图;  
图 8A 和 8B 是解释本发明发光器件的元件结构的示意图;  
图 9A 和 9B 是解释本发明发光器件的元件结构的示意图;  
20 图 10A~10C 是解释本发明发光器件的制造方法的示意图;  
图 11A~11C 是解释本发明发光器件的制造方法的示意图;  
图 12A~12C 是解释本发明发光器件的制造方法的示意图;  
图 13A 和 13B 是解释本发明发光器件的制造方法的示意图;  
图 14A~14D 是解释本发明发光器件的元件结构的示意图;  
25 图 15A 和 15B 是解释能采用本发明的电路结构的示意图;  
图 16A 和 16B 是解释本发明发光器件的元件结构的示意图;  
图 17 是解释无源矩阵发光器件的示意图;  
图 18A~18H 是展示电子设备实例的示意图; 以及  
图 19 是解释本发明发光器件元件结构的示意图。

- 30 具体实施方式

#### [实施模式 1]

下面,利用图 1 来解释本发明发光器件的元件结构。

在图1中,有机化合物层103成形在阳极102上;阴极104成形在有机化合物层103上。注意,空穴从阳极102注入到有机化合物层103中;电子从阴极104注入到有机化合物层103中。空穴与电子在有机化合物层103中彼此复合,从而获得发光。

5 再有,有机化合物层103包含至少一个空穴传输层111、发光层112、电子传输层113和成形在部分电子传输层上的电子发射区114,该有机化合物层由一个层构成或者由多层构成,这些层层合在一起,各自具有针对载流子不同的功能,例如作为空穴注入层、空穴传输层或阻挡层。注意,在实施模式1中将解释有机化合物层103的层合结构由空穴传输层111、发光层112、电子传输层113和电子发射区114组成的情况。

在有机化合物层中产生的光,按本发明,可从阳极一侧发出,也可从阴极一侧发出。要指出的是,关键是倘若光从阳极侧发出,则阳极用透光材料成形,且通过用具有光屏蔽特性的材料成形阴极可大大  
15 提高元件特性。再有,优选用透光材料成形阴极,且用光屏蔽材料成形阳极,如果光从阴极侧发出的话。

逸出功等于或大于4.5 eV的材料用作成形阳极102的材料,以便不妨碍从阳极注入空穴。注意,合适的材料视阳极具有半透明特性抑或光屏蔽特性而不同。

20 如果阳极102由透光材料成形,则它可采用透明导电薄膜成形,例如铟锡氧化物(ITO)薄膜、在氧化铟中混入2~20%氧化锌,即IZO透明导电薄膜,或由氧化铟与氧化锌组成的材料( $\text{In}_2\text{O}_3\text{-ZnO}$ )。

另一方面,金属化合物,即,周期表族4、族5或族6的金属元素的氮化物或碳化物可用于阳极102由光屏蔽材料成形的情况。优选的是,阳极102可采用氮化钛、氮化锆、碳化钛、碳化锆、氮化钽、碳化钽、氮化钼或碳化钼来成形。

要指出的是,这些金属化合物的逸出功等于或大于4.7 eV。例如,氮化钛(TiN)的逸出功是4.7 eV。再者,这些金属化合物可通过在臭氧气氛下的紫外线处理(紫外臭氧处理)而提供额外更大的逸出功。

30 接着,成形有机化合物层103。注意,已知的低分子为基础的有机化合物、高分子为基础的有机化合物和中间分子量分子为基础的有机化合物均可用作成形有机化合物层103的材料。注意,术语“中间分

子量分子为基础的有机化合物”指的是不具有升华或熔融特性的有机化合物聚集体(分子数目优选等于或小于10),以及分子链长度等于或小于5  $\mu\text{m}$ (优选等于或小于50 nm)的有机化合物。

注意,像下面所示的有机化合物可用来按照实施模式1成形发光元件的有机化合物层103。

有机化合物层103由下列材料的层合构成:由具有空穴传输特性的材料制成的空穴传输层111、由具有发光特性的材料制成的发光层112、由具有电子传输特性的材料制成的电子传输层113和在部分电子传输层中包含给体分子的电子发射区114。注意,本发明有机化合物层的层合结构不限于这里展示的结构。另外,它也可以采用包含由空穴注入材料制成的空穴注入层和由具有空穴阻挡特性的材料制成的阻挡层(空穴抑制层)的层合结构。下面给出适合每种层类型的材料的例子。注意,本发明发光元件中使用的材料不限于这些。

作为形成空穴传输层111使用的空穴传输材料,优选一种芳族胺为基础(也就是,其中具有苯环-氮键的)化合物。广泛使用的材料包括,例如,除了上面提到的TPD之外,还有其衍生物,例如,4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]-联苯(以下称“ $\alpha$ -NPD”)。也使用星形芳族胺化合物,包括:4,4',4''-三(N,N-联苯-氨基)-三苯基胺(以下称“TDATA”);以及4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯基-氨基]-三苯基胺(以下称“MTDATA”)。

用于形成发光层112的发光材料的具体例子包括金属络合物如三(8-喹啉醇合)铝(以下称 $\text{Alq}_3$ )、三(4-甲基-8-喹啉醇合)铝(以下称 $\text{Almq}_3$ )以及双(10-羟基苯并[h]-喹啉醇合)铍(以下称 $\text{BeBq}_2$ )以及双(2-甲基-8-喹啉醇合)-(4-羟基-联苯基)-铝(以下称 $\text{BA1q}$ )。例子还包括金属络合物,包括如双[2-(2-羟苯基)-苯并噻唑醇合]锌(以下称 $\text{Zn}(\text{BOX})_2$ ),和双[2-(2-羟苯基)-苯并噻唑醇合]锌(以下称 $\text{Zn}(\text{BTZ})_2$ )。还可使用其荧光染料。三重光发射材料也可使用,其主要例子包括以铂或铱为中心金属的络合物。已知的三重光发射材料包括三(2-苯基吡啶)铱(以下称 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ ),2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H和23H-卟啉-铂(以下称 $\text{PtOEP}$ )。

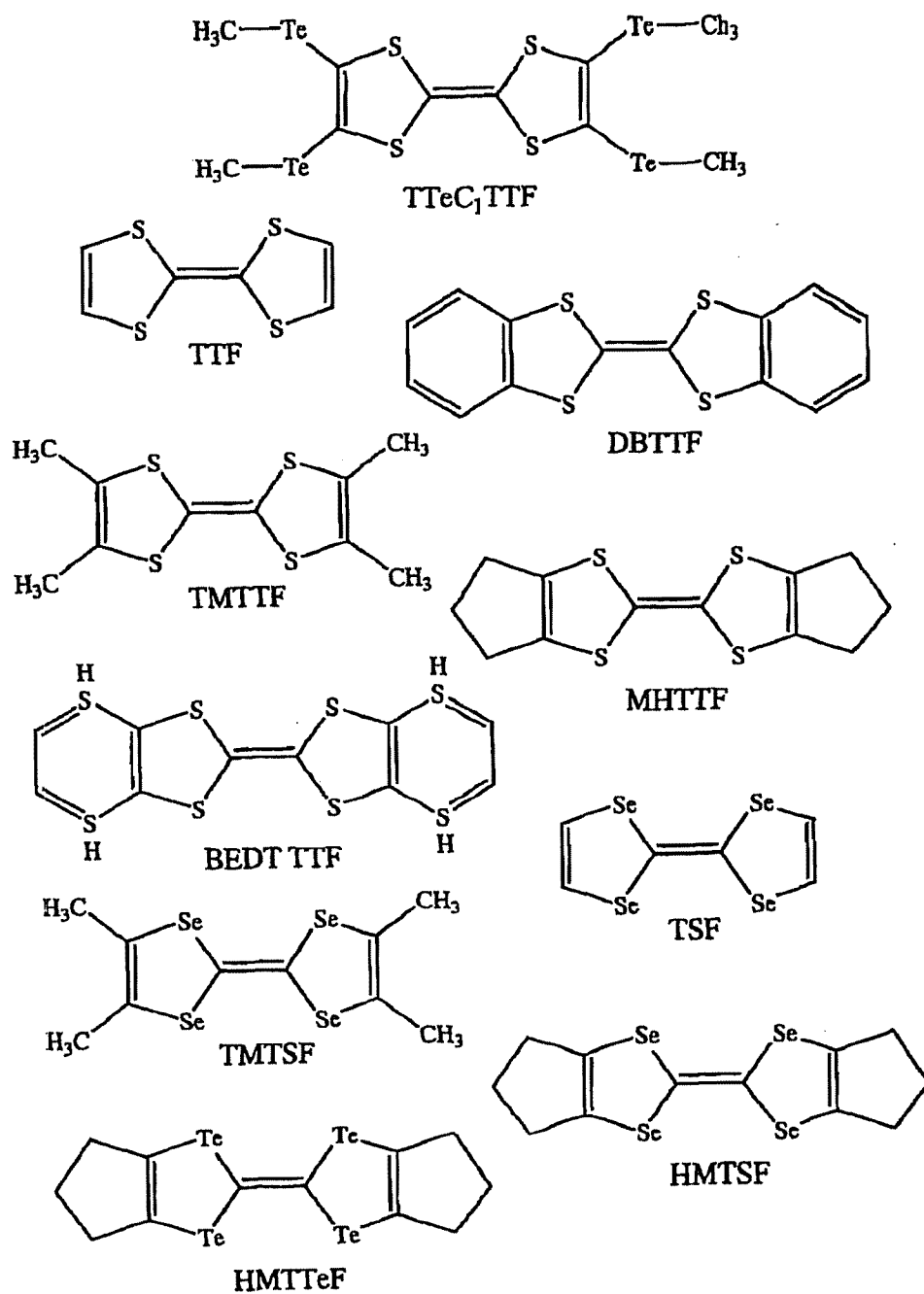
金属络合物通常被用作电子传输材料。其优选的例子包括:具有喹啉主链或苯并喹啉主链的金属络合物,例如上面提到的 $\text{Alq}_3$ 、 $\text{Almq}_3$ 、

BeBq<sub>2</sub>; 和混合配位体的络合物如 BA1q. 其他例子包括具有以噁唑为基础或噻唑为基础的配位体的金属络合物, 如 Zn(BOX)<sub>2</sub> 和 Zn(BTZ)<sub>2</sub>. 其他能运输电子的非金属络合物的材料是噁二唑衍生物, 如 2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑(以下称 PBD) 以及 1,3-双[5-(对叔丁基苯基)-1,3,4-噁二唑-2-基]苯(以下称 OXD-7); 三唑衍生物如 3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(以下称 TAZ) 以及 3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(以下称 p-EtTAZ); 以及菲咯啉衍生物, 如红菲绕啉(以下称 BPhen) 和浴铜灵(以下称 BCP).

10 要指出的是, 除了上面描述的有机材料以外, 还可使用无机材料(尤其是诸如硅和锗氧化物、碳的氮化物(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)、碱金属元素、碱土金属元素之类的材料, 以及这样的材料, 其中镧系元素的氧化物与 Zn、Sn、V、Ru、Sm 或 Ir 结合在一起)作为本发明有机化合物层 103 中的空穴传输层 111、发光层 112 或电子传输层 113 的一部分中使用的材料.

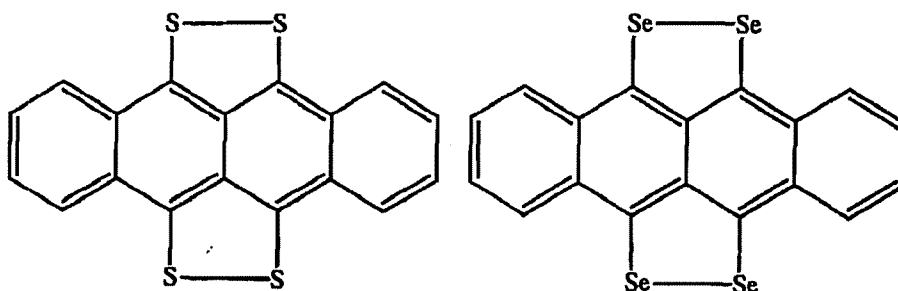
15 电子发射区 114 是采用分子主链至少一部分可由下列结构式(D1)~(D7)表示的那些给体分子, 与电子传输材料形成的. 要指出的是, 从提高注入到电子注入层的电子的运输特性和提高电子发射区导电特性的角度, 优选的是, 结构式(D1)~(D7)占到整个电子发射区 114  
20 的 50%或更高.

## 通式 (D1): 富瓦烯型给体



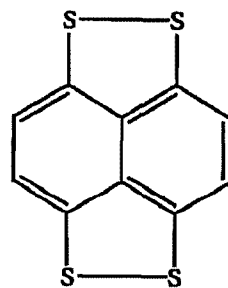
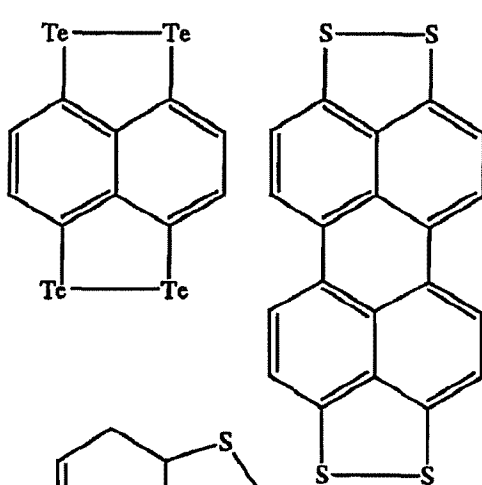


## 通式 (D2): 含硫杂环给体

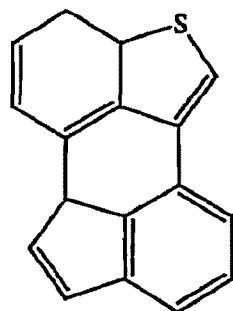


四硫代并四苯 (TTT)

四硒代并四苯 (TST)

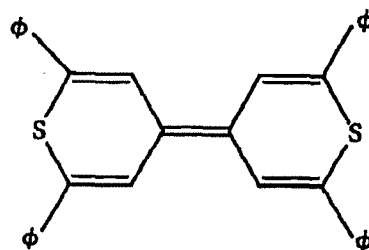


四硫代萘

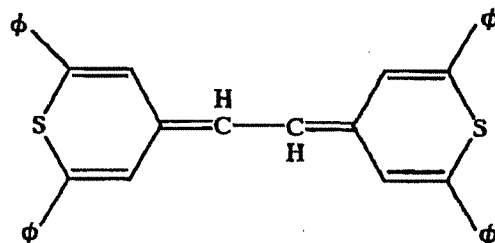
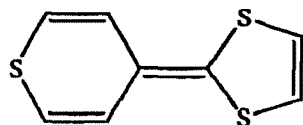


苯并噻吩 (BBT)

四硫代花



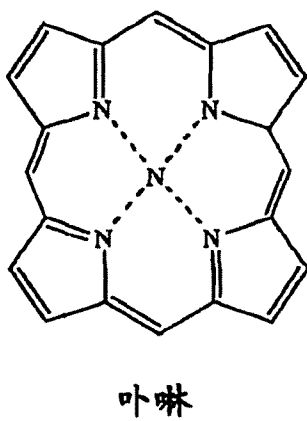
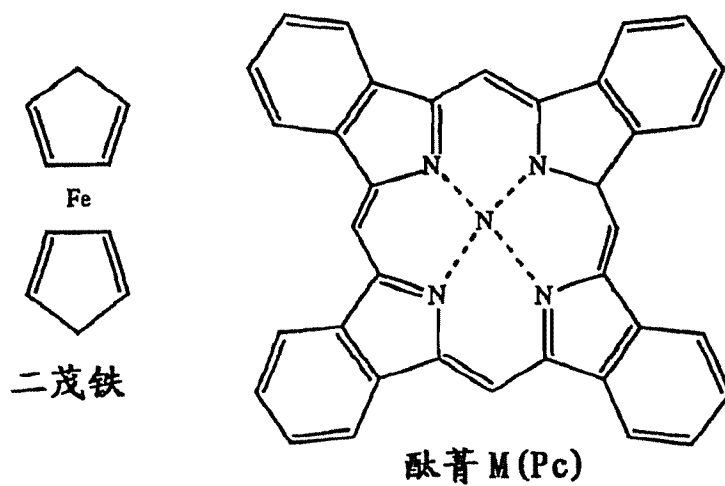
四苯基双噻喃亚基 (BTP)



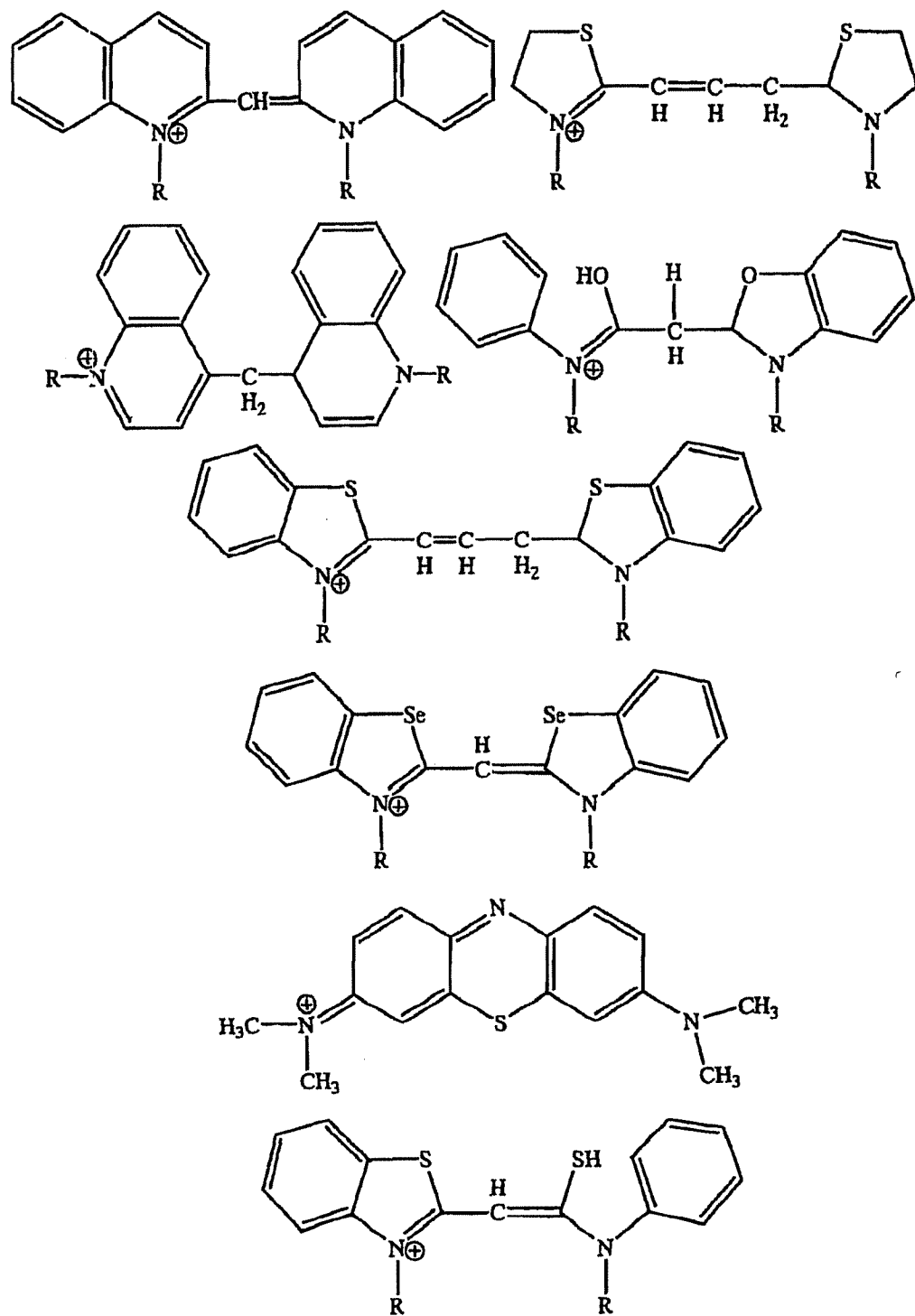
(φ 代表苯基)



## 通式 (D4): 金属络合物型给体

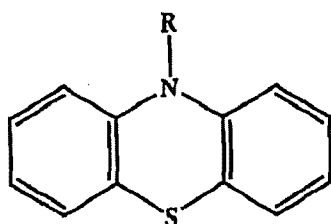


## 通式 (D5): 花青染料给体

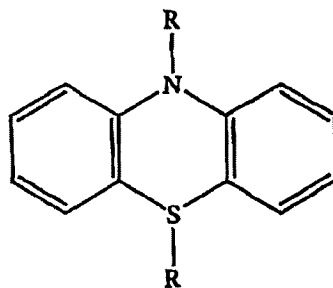


(R 代表氢原子或烷基基团)

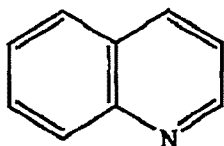
## 通式 (D6): 含氮杂环给体



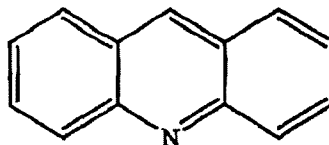
吩噻嗪



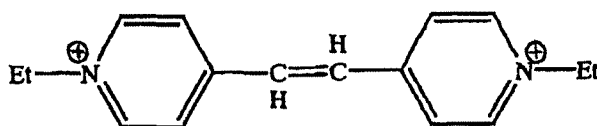
吩嗪



喹啉

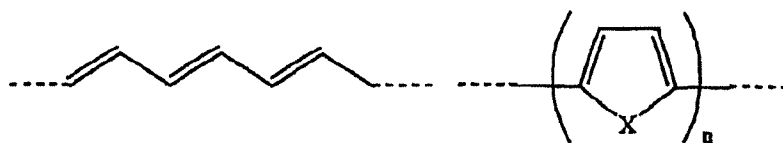


吲哚

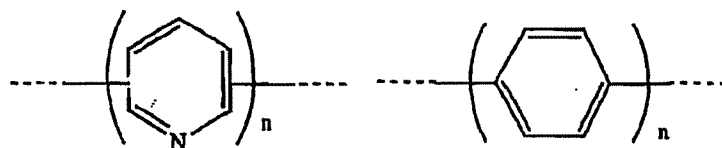
DEPE<sup>2+</sup>

(Et 代表乙基基团, R 代表氢原子或烷基基团)

## 通式 (D7): 聚合物型给体

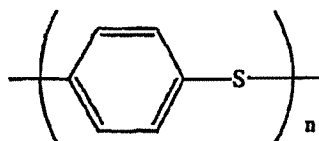


聚乙炔

聚吡咯 ( $X=O, N, S$ )

聚吡啶

聚对亚苯基



聚对亚苯基硫醚

另外, 若有机化合物层包含空穴注入层, 则卟啉作为形成空穴注入层的空穴注入材料是有效的, 条件是, 所用空穴注入材料是有机化合物, 也可使用酞菁(以下称  $H_2-Pc$ )、酞菁铜(以下称  $Cu-Pc$ )之类。还有预先经过化学掺杂处理的材料可作为导电高分子为基础的化合物, 以及掺杂以聚苯乙烯磺的聚乙烯二氧基噻吩(以下称 PEDOT)、聚苯胺、聚乙烯基吡唑(以下称 PVK)以及诸如此类, 可作为例子给出。

另外, 在有机化合物层包括阻挡层的情况下, 上述 BA1q、OXD-7、TAZ、p-EtTAZ、BPhen、BCP 以及诸如此类作为形成空穴阻挡层的空穴阻挡材料都是有效的, 因为它们具有高激发能级。

要指出的是, 本发明中可使用这样一种结构, 其中用于成形空穴传输层 111 和发光层 112 的材料是共蒸发的, 结果在两个层界面内形成一种混合层。类似地, 也可采用这样的结构, 其中一种混合层成形在发光层 112 与电子传输层 113 之间的界面内。

接下去, 成形阴极 104。用逸出功等于或小于 3.8 eV 的小逸出功材料作为成形阴极 104 的材料, 以便提高从阴极 104 注入电子的特性。

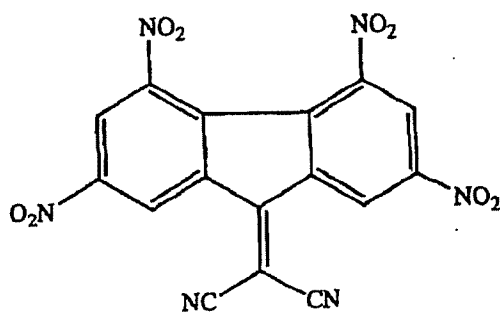
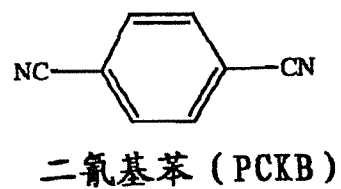
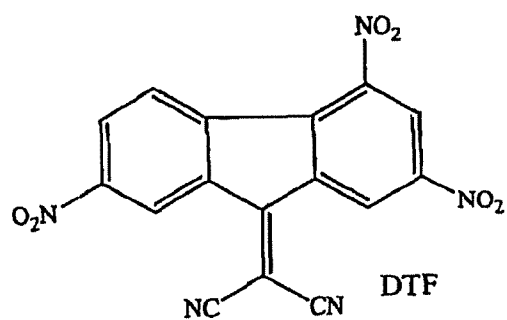
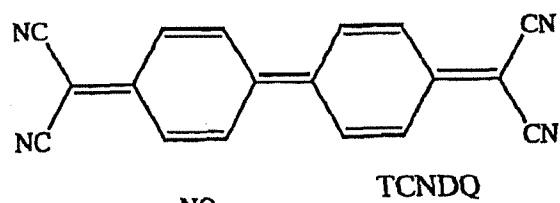
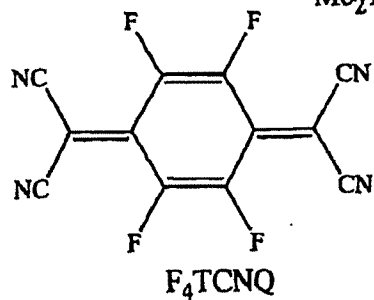
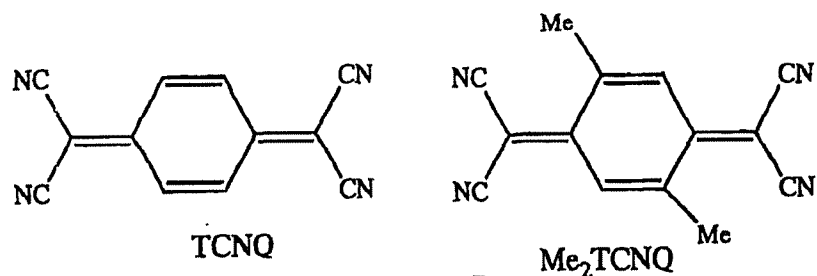
要指出的是,优选在阴极 104 为半透明的情况下,阴极 104 对可见光的透射率等于或大于 40%。另一方面,在阴极 104 具有光屏蔽特性的情况下,阴极 104 用可见光透射率小于 10%的薄膜形成。例如,阴极 104 可用铝、钛、钨之类的单层膜或者与小逸出功材料的层合薄膜成形。

- 5 于是,可制成一种本发明发光元件,它由阳极 102、有机化合物层 103 和阴极 104 构成,且其中在有机化合物层 103 接触阴极的区域内形成电子发射区 114。

- 10 要指出的是,虽然在图中未画出,但在本发明中不仅可形成电子发射区,也可形成一种空穴发射区。该空穴发射区采用分子主链至少一部分由下列结构式 (A1) ~ (A4) 表示的受体分子,和空穴传输材料或空穴注入材料成形。要指出的是,从提高注入空穴的运输特性和提高空穴发射区导电特性的角度,优选的是,结构式 (A1) ~ (A4) 占到整个空穴发射区的 50%或更高。

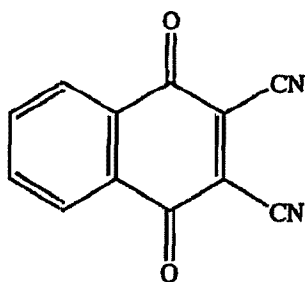
15

## 通式 (A1): 氰基型受体

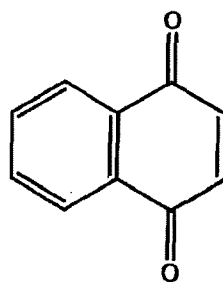




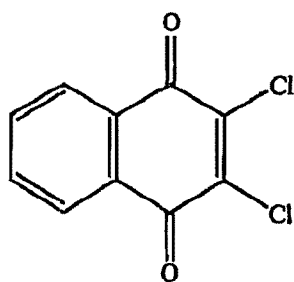
## 通式(A2): 喹啉型受体



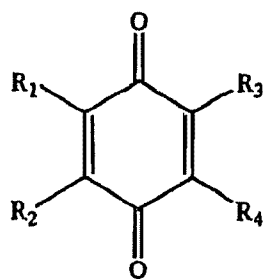
二氰基萘醌



萘醌

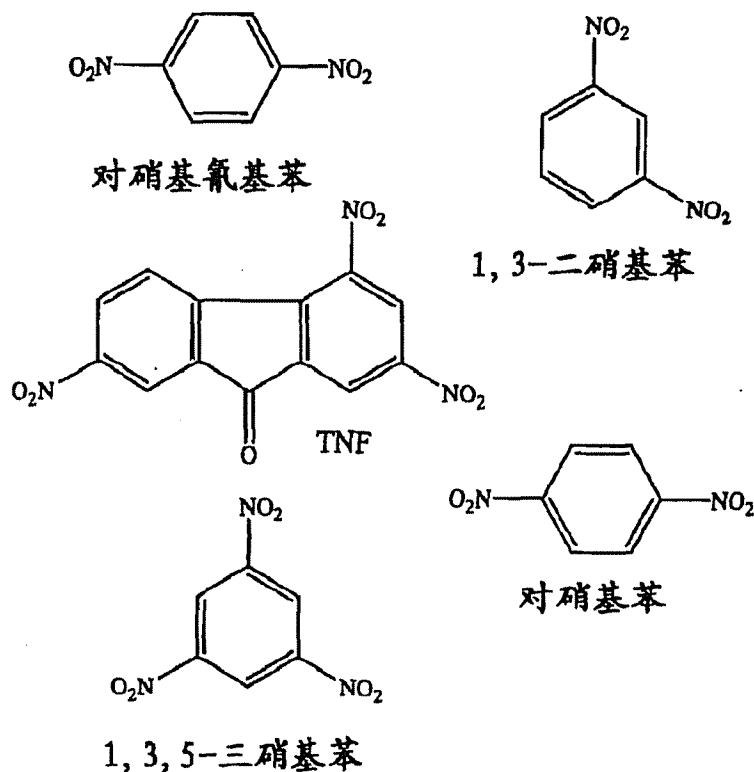


2,3-二氯萘醌



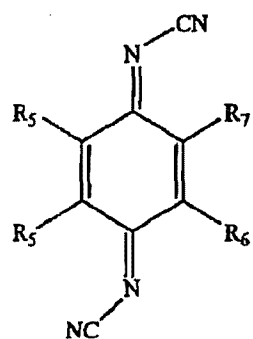
(R1 ~ R4 每一个代表氢原子、卤素原子、烷基基团、链烯基基团、芳基基团、烷氧基基团、烷基硫基基团、烷氧羰基基团、氰基基团、硝基基团、羟基基团、氨基基团、羧基基团、乙酰基基团、甲酰基团)

## 通式(A3): 硝基化合物型受体



## 通式(A4): 奎诺二亚胺型受体

5



(R5 - R7 每一个代表氢原子、卤素原子、烷基基团、链烯基基团、芳基基团、烷氧基基团、烷基硫基基团、烷氧羰基基团、氰基基团、硝基基团、羟基基团、氨基基团、羧基基团、乙酰基团、甲酰基团)

## [实施模式 2]

本发明成形的发光器件中发光元件的元件结构将利用图 2A 和 2B 来解释。注意, 图 2A 是表示发光器件的象素部分的断面结构示意图;  
10 图 2B 是表示发光元件的元件结构示意图。具体地说, 解释一种朝上发

光型元件结构，用于这样的情况，其中一个电极电气连接到电流控制 TFT 上，而另一个电极，与前一个电极之间夹着有机化合物层，是由透光材料构成的阴极。

在图 2A 中，薄膜晶体管 (TFT) 成形在衬底 201 上。要指出的是，  
5 这里表示出：电气控制 TFT，它与发光元件 215 的第一电极 210 电气连接，并且起到控制供给发光元件 215 的电流的功能；以及开关 TFT 221，用于控制加到电流控制 TFT 222 的门电极上的视频信号。

具有光屏蔽特性的硅衬底在这里被用作衬底 201，但玻璃衬底、石英衬底、树脂衬底以及柔性衬底材料（塑料）也可使用。再者，每个 TFT  
10 的有源层至少备有沟道形成区域 202、源极区 203 和漏极区 204。

再有，每个 TFT 的有源层上覆盖着门绝缘膜 205，同时门电极 206 通过门绝缘膜 205 与沟道形成区域 202 重叠地形成。层间绝缘膜 208 覆盖着门电极 206 成形。注意，可采用包含硅，如氧化硅、氮化硅和氮氧化硅薄膜，另外还有聚酰亚胺、聚酰胺、丙烯酸类（包括光敏丙烯酸类）和 BCB（苯并环丁烯）的有机树脂薄膜，作为成形层间绝缘膜 208  
15 的材料。

接着，在层间绝缘膜 208 上成形电气连接到电流控制 TFT222 的源极区 203 上的布线 207，以及成形电气连接漏极区 204 的第一电极 211。注意，第一电极 211 成形为实施模式 2 中的阳极。第一电极（阳  
20 极）211 采用大逸出功材料并起到阳极作用。优选的是，使用具有光屏蔽特性并具有高反射率的导电材料作为形成第一电极 211 的材料。而且，优选的是，电流控制 TFT 222 可由 p-沟道 TFT 形成。

绝缘层 212 覆盖着第一电极（阳极）211 的边缘部分、布线 207 等成形。发光元件 215 最后通过在第一电极（阳极）211 上成形有机化合物层 213，并在有机化合物层 213 上成形随后成为阴极的第二电极 214  
25 便告完成。注意，在实施模式 2 中，第二电极（阴极）214 需要成形为具有光传输特性的，因此第二电极（阴极）214 被成形为具有光（可见光）能透过的薄膜厚度。

在实施模式 2 中，第二电极（阴极）214 具有光传输特性，因此它成  
30 为一种朝上发射的结构，其中由于载流子在有机化合物层 213 内复合而产生的光从第二电极（阴极）214 一侧发出。

下面，将利用图 2B 详细解释图 2A 所示发光器件的发光元件的元

件结构。具体地说,解释在有机化合物层中利用低分子为基础的化合物成形的元件结构。

第一电极(阳极)211由光屏蔽金属化合物薄膜制成。第一电极(阳极)211是如图2A所示,电气连接电流控制TFT222的电极,并在实施模式2中通过使用TiN溅射达120nm而形成。要指出的是,在这里采用偶极溅射、离子束溅射、对立靶溅射等作为溅射方法。

随后,有机化合物层213成形在第一电极(阳极)211上;首先成形功能是提高从阳极注入空穴特性的空穴注入层231。在实施模式2中,由酞菁铜成形的薄膜(以下称Cu-Pc)通过蒸发(电阻加热法)至薄膜厚度30nm而形成,作为空穴注入层231。

接着,用具有卓越空穴传输特性的材料成形空穴传输层232。这里,通过蒸发形成薄膜厚度40nm的4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯基氨基]联苯(以下称 $\alpha$ -NPD)的薄膜。

继而成形发光层233。在实施模式2中,空穴与电子在发光层内复合,于是产生发光。要指出的是,发光层233通过以4,4'-二咔唑-联苯(以下称CBP)为具有空穴传输特性的宿主材料,与三(2-苯基吡啶)铱(以下称Ir(ppy)<sub>3</sub>),一种具有发光特性的有机化合物,共蒸发至30nm而形成。

另外,再成形阻挡层234。阻挡层234亦称作空穴抑制层,用于防止不参与复合的无用电流(由于注入到发光层233的空穴穿过电子传输层并到达阴极所造成的流动)。浴铜灵(以下称BCP)通过蒸发至10nm的薄膜厚度而形成,作为实施模式2中的阻挡层234。

接着,成形电子传输层235。要指出的是,电子传输层235由具有电子接受特性的电子传输材料构成。Alq<sub>3</sub>通过蒸发至40nm的薄膜厚度而形成,作为实施模式2中的电子发射层235。

另外,电子发射区236可通过电子传输材料与给体分子共蒸发来形成。于是,便完成了具有层合物结构的有机化合物层213。注意,电子发射区236是采用给体分子成形的,该给体分子至少一部分的分子主链由结构式(D1)~(D7)代表。在实施模式2中,一个薄膜厚度5nm的给体分子3,3',5,5'-四甲基联苯胺(以下称TMB)和电子传输材料Alq<sub>3</sub>构成的薄膜利用共蒸发形成,作为电子发射区236。

下面,成形第二电极214,将成为阴极。第二电极(阴极)214是有

机化合物层 213 中产生的光穿过的电极, 因此用透光材料成形。另外, 第二电极(阴极) 214 需要用小逸出功材料成形, 因为它是用于向有机化合物层 213 注入电子的电极。铝 (Al) 在实施模式 2 中成形为 20 nm 的薄膜, 从而构成第二电极(阴极) 214。

- 5 要指出的是, 在实施模式 2 中, 阴极由厚度约 10~30 nm 的极薄薄膜构成, 为的是保证其透射率等于或大于 40%。然而, 其薄膜厚度不总是必须做得这样薄, 只要所采用的材料能充分地起到阴极作用并且能保证等于或大于 40% 的透射率即可。

另外, 再利用图 3 解释在采用高分子为基础的化合物和低分子为基础的化合物成形具有实施模式 2 元件结构的发光器件中有机化合物层情况中的元件结构。

第一电极(阳极) 301 由具有光屏蔽特性的金属化合物薄膜形成, 类似于图 2B。然而, 成形在第一电极(阳极) 301 上的有机化合物层 302 不同于图 2B 的。该有机化合物层 302 具有层合结构, 由空穴传输层 15 303、发光层 304、电子传输层 305 和成形在部分电子传输层 305 中的电子发射区 306 组成。注意, 下面解释空穴传输层 303 和发光层 304 采用高分子为基础的化合物成形的情况。

空穴传输层 303 可采用 PEDOT(聚(3,4-亚乙基二氧基噻吩))和聚苯乙烯砷(以下称 PSS)成形。另外, 也可采用聚苯胺(以下称 PANI)与 20 萘磺酸(以下称 CSA)来成形空穴传输层 303。注意, 这两种材料是水溶性的, 因此薄膜成形是通过将一种施涂液采用旋涂法涂布来实施的, 其中施涂液是通过将上述材料溶解在水中制造的。还要指出的是, 在实施模式 2 中, 空穴传输层 303 由 PEDOT 和 PSS 制成的薄膜厚度 30 nm 的薄膜构成。

- 25 还有, 在发光层 304 中, 可采用聚对亚苯基亚乙烯基-为基础的、聚对亚苯基为基础的、聚噻吩为基础的或聚茛为基础的材料。

作为聚对亚苯基亚乙烯基为基础的材料, 有诸如聚对亚苯基亚乙烯(以下称 PPV), 或聚[2-(2'-乙基-乙氧基)-5-甲氧基-1,4-亚苯基亚 30 乙烯基](以下称 MEH-PPV)可发出橙色光的材料, 以及诸如聚[2-(二烷氧基苯基)-1,4-亚苯基亚乙烯基](以下称 ROPh-PPV)可发出绿色光的材料。

作为聚对亚苯基为基础的材料, 有诸如聚(2,5-二烷氧基-1,4-亚

苯基) (以下称 RO-PPP)、聚(2,5-二己氧基-1,4-亚苯基)等可发出蓝色光的材料。

作为聚噻吩为基础的材料,有诸如聚[3-烷基噻吩] (以下称 PAT)、聚[3-己基噻吩] (以下称 PHT)、聚[3-环己基噻吩] (以下称 PCHT)、聚  
5 [3-环己基-4-甲基噻吩] (以下称 PCHMT)、聚(3,4-二环己基噻吩] (以下称 (PDCHT)、聚[3-(4-辛基苯基)-噻吩] (以下称 POPT)、聚[3-(4-辛基苯基)-2,2-二噻吩] (以下称 PTOPT) 可发出红色光的材料。

再有,作为聚芴为基础的材料,有诸如聚(9,9-二烷基芴) (以下称 PDAF) 或聚(9,9-二辛基芴) (以下称 PDOF) 之类可发出蓝色光的材料。

10 要指出的是,这些材料是通过采用施涂方法进行溶液施涂获得的,该溶液是通过将材料溶解在有机溶剂中制取的。这里使用的有机溶剂的例子包括甲苯、苯、氯苯、二氯苯、氯仿、四氢化萘、二甲苯、二氯甲烷、环己烷、NMP (N-甲基-2-吡咯烷酮)、二甲基亚砷、环己酮、二噁烷和 THF (四氢呋喃)。

15 要指出的是,在实施模式 2 中,发光层 304 是通过旋涂或喷墨印刷用 PPV 溶解在甲苯中制成的施涂溶液,成形为具有 80 nm 薄膜厚度而形成的。

接着,在发光层 304 上成形电子传输层 305。注意,低分子为基础的化合物 Alq<sub>3</sub> 被用作成形电子传输层 305 的材料并成形为 40 nm 厚度  
20 的薄膜。

另外,有机化合物层 302,在通过将用于电子传输层 305 成形的具有电子传输特性的材料与给体分子一起共蒸发而成形为电子发射区 306 之后便完成了其层合结构。注意,TMB 和 Alq<sub>3</sub> 在这里通过共蒸发成形为 5 nm 厚的薄膜,作为电子发射区 306,类似于图 2B。

25 最后成形第二电极(阴极) 307,于是便完成发光元件。注意,这里成形的第二电极(阴极) 307 是通过类似于图 2B 所解释的情况,层合 20 nm 铝而形成的。

### [实施模式 3]

一种发光元件的元件结构不同于实施模式 2 中描述内容的发光器  
30 件将在实施模式 3 中利用图 4A 和 4B 解释。图 4A 是表示发光器件的一个像素部分的断面结构示意图;图 4B 是表示该发光元件的元件结构示意图。具体地说,解释一种朝上发光型元件结构,用于以下情况,其

中一个电极电气连接电流控制 TFT, 而另一个电极成形为将有机化合物层夹在二者之间, 是由透光材料制成的阳极。

注意, 实施模式 3 中的发光器件具有电流控制 TFT 422 和开关 TFT 421, 均在衬底 401 上, 类似于实施模式 2 的情况, 优选的是, 电流控制 TFT 422 由实施模式 3 中的 n-沟道 TFT 构成。

层间绝缘膜 408 成形后覆盖着电流控制 TFT 422 和开关 TFT 421。随后, 在层间绝缘膜 408 上成形电气连接电流控制 TFT 422 的源极区 403 的布线 407 和电气连接电流控制 TFT 422 的漏极区 404 的第一电极 411。注意, 第一电极 411 成形后成为实施模式 3 中的阴极。绝缘层 412 做成覆盖第一电极(阴极)411 的边缘部分、布线 407 等。因此, 第一电极(阴极)411 采用小逸出功材料作为阴极。要指出的是, 优选采用具有光屏蔽特性并具有高反射率的导电材料作为成形第一电极(阴极)411 的材料。数字代号 402 代表沟道形成区, 405 代表门绝缘膜, 406 代表门电极。

继而, 在第一电极(阴极)411 上成形有机化合物层 413, 并在有机化合物层 413 上成形将成为阳极的第二电极 414, 于是便完成发光元件 415。注意, 在实施模式 3 中, 第二电极 414 必须成形为具有光传输特性的, 因此第二电极(阳极)414 由透(可见光)光的透明导电薄膜形成。

在实施模式 3 中, 元件结构变成上表面发光结构, 其中由于载流子在有机化合物层 413 内复合产生的光从第二电极(阳极)一侧发出, 因为用了一种透明导电薄膜作为第二电极(阳极)414。注意, 在实施模式 3 中, 优选采用具有光屏蔽特性的材料成形第一电极(阴极)411。

下面利用图 4B 详细解释图 4A 发光器件的发光元件的元件结构。具体地说, 解释一种在有机化合物层中采用低分子为基础的化合物来成形元件的元件结构。

第一电极(阴极)411 由具有光屏蔽特性的导电薄膜构成。在实施模式 3 中, 第一电极(阴极)411 是电气连接电流控制 TFT 422 的电极, 如图 4A 所示, 由成形至 110 nm 薄膜厚度的铝构成。注意, 薄膜成形中采用蒸发。

随后在第一电极(阴极)411 上成形有机化合物层 413, 首先成形电子发射区 431。注意, 电子发射区 431 是采用至少一部分分子主链由结构式 (D1) ~ (D7) 代表的给体分子和具有电子传输特性并用于下一步成

形电子传输层 432 的材料共蒸发成形的。在实施模式 3 中, 利用共蒸发形成一个薄膜厚度 5 nm 的 TMB 和  $\text{Alq}_3$  薄膜作为电子发射区 431。

下一步, 成形电子传输层 432, 它起到提高电子传输特性的功能。电子传输层 432 是由具有电子接受特性的电子传输材料成形的。在实施模式 3 中, 通过蒸发成形 40 nm 薄膜厚度的一层  $\text{Alq}_3$  薄膜作为电子传输层 432。

接着成形阻挡层 433。阻挡层 433, 亦称空穴抑制层, 用于防止不参与复合的无用电流 (由于空穴注入到发光层 434 中, 穿过电子传输层 432 并到达第一电极 (阴极) 411 的流动)。BCP 通过蒸发成形为 10 nm 的薄膜厚度, 作为实施模式 3 中的阻挡层 433。

下面, 成形发光层 434。在实施模式 3 中, 空穴和电子在发光层 434 内复合并产生发光。注意, 发光层 434 是利用 CBP 作为具有空穴传输特性的宿主材料, 与发光有机化合物  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  一起共蒸发至 30 nm 的薄膜厚度而形成的。

继而, 空穴传输层 435 由具有卓越空穴传输特性的材料形成。通过蒸发, 成形为 40 nm 厚的  $\alpha$ -NPD 薄膜。

最后, 成形空穴注入层 436, 于是便完成具有层合结构的有机化合物层 413。注意, 空穴注入层 436 起到提高空穴从阳极注入的特性的功能。Cu-Pc 在实施模式 3 中成形为 30 nm 的薄膜厚度, 作为空穴注入层 436。注意, 成形中采用蒸发。

接着, 成形将成为阳极的第二电极 414。在本发明中, 第二电极 (阳极) 414 是容许有机化合物层 413 产生的光通过的电极, 因此由具有透光特性的材料构成。另外, 第二电极 (阳极) 414 是将空穴注入到有机化合物层 413 的电极, 因此必须用具有高逸出功的材料成形第二电极 (阳极) 414。要指出的是, 在本实施模式中, 采用一种 ITO 薄膜或透明导电薄膜作为成形第二电极 (阳极) 414 的材料, 其中 2~20% 氧化锌混入到氧化铟中, 并通过溅射至 100 nm 的薄膜厚度而形成第二电极。注意, 其他已知材料 (例如, IZO 或由氧化铟与氧化锌构成的材料) 也可用来成形第二电极 (阳极) 414, 只要它们是具有大逸出功的透明导电薄膜。

另外, 再利用图 5 解释在具有实施模式 3 元件结构的发光器件中, 采用高分子为基础的化合物和低分子为基础的化合物成形有机化合物层情况中的元件结构。



第一电极(阴极)501由具有光屏蔽特性的导电薄膜成形,类似于图4B。然而,成形在第一电极(阴极)501上的有机化合物层502不同于图4B的。有机化合物层502由一种层合结构构成,它包括电子发射区503、电子传输层504、发光层505和空穴传输层506。注意,这里将解释的是在发光层505和空穴传输层506中采用高分子为基础的化合物的情况。

电子发射区503成形在第一电极(阴极)501上。这里,作为电子发射区503,TMB和Alq<sub>3</sub>通过类似于图4B所解释的共蒸发沉积到5nm的薄膜厚度。

10 接着,在电子发射区503上成形电子传输层504。注意,作为低分子为基础的化合物,在这里Alq<sub>3</sub>被用作成形电子传输层504的材料,并通过蒸发至40nm的薄膜厚度而成形。

继而,通过将PPV溶解在甲苯中制取的施涂液采用旋涂法进行施涂形成80nm厚薄膜,作为发光层505。

15 接着成形空穴传输层506,从而完成具有层合结构的有机化合物层502。注意,在实施模式3中,空穴传输层506是采用旋涂一种施涂液成形的,该施涂液是由PEDOT与PSS溶解在水中获得的。在实施模式3中,空穴传输层506成形为30nm薄膜厚度的薄膜。

最后成形第二电极(阳极)507,从而完成发光元件。注意,这里成形的第二电极507是通过溅射铟锡氧化物(ITO)成为薄膜而形成的,或者一种透明薄膜,其中2~20%氧化锌混入到氧化铟中,类似于图4B所示。

#### [实施模式4]

25 在实施模式4中利用图6A和6B解释一种发光器件,其中发光元件的元件结构不同于实施模式2或实施模式3所公开的。注意,图6A是表示发光器件的一个像素部分的断面结构的示意图;图6B是发光元件的元件结构的示意图。具体地说,解释一种朝下发光元件结构,用于电气连接电流控制TFT的电极是由具有光传输特性的材料制成的阳极的情况。

30 注意,在实施模式4的发光器件中,电流控制TFT622和开关TFT621成形在衬底601上,类似于实施模式2和实施模式3。然而,优选的是,电流控制TFT622在实施模式4中由p-沟道TFT构成。

在覆盖着电流控制 TFT 622 和开关 TFT 621 而成形的层间绝缘膜 608 上, 成形电气连接电流控制 TFT 622 的源极区 603 的布线 607 和电气连接电流控制 TFT 622 的漏极区 604 的第一电极 611。注意, 在实施模式 4 中, 第一电极 611 被成形为阳极。第一电极(阳极)611 是采用具有大逸出功并起到阳极作用的材料成形的。绝缘层 612 覆盖着第一电极(阳极)611 的边缘部分和布线 607 而形成。注意, 优选使用具有光传输特性的导电材料作为成形第一电极(阳极)611 的材料。数字代号 602 代表沟道形成区, 605 代表门绝缘膜, 606 代表门电极。

再有, 玻璃衬底被用作具有光传输特性的衬底, 即衬底 601, 但石英衬底也可使用。

再有, 在第一电极(阳极)611 上成形有机化合物层 613, 然后, 发光元件 615 可通过在有机化合物层 613 上成形将成为阴极的第二电极 614 而完成。注意, 第一电极(阳极)611 在实施模式 4 中必须成形为具有光传输特性的, 因此, 第一电极(阳极)611 由透(可见光)光的透明导电薄膜构成。还应注意, 优选采用具有光屏蔽特性的材料成形第二电极(阴极)614。

在实施模式 4 中, 第一电极(阳极)611 使用透明导电薄膜, 因此, 这是一种下表面发光结构, 其中载流子在有机化合物层 613 中复合产生的光从第一电极(阳极)611 一侧发出。

下面利用图 6B 详细解释图 6A 中所解释发光器件的发光元件的元件结构。具体地说, 解释一种在有机化合物层中采用低分子为基础的化合物获得的元件结构。

第一电极(阳极)611 由具有光传输特性的透明导电薄膜构成。第一电极(阳极)611 在实施模式 4 中是电气连接电流控制 TFT 622 的电极, 如图 6A 所示, 且一种铟锡氧化物(ITO)薄膜或者由 2~20%氧化锌混入氧化铟中组成的透明导电薄膜, 被用作成形实施模式 4 中第一电极(阳极)611 的材料。该薄膜是通过溅射至 100 nm 的薄膜厚度而成形的。

随后, 在第一电极(阳极)611 上成形有机化合物层 613, 首先成形用来提高空穴从阳极注入特性的空穴注入层 631。在实施模式 4 中, Cu-Pc 蒸发-沉积至 30 nm 薄膜厚度, 从而制成空穴注入层 631。

接着, 用具有卓越空穴传输特性的材料成形空穴传输层 632。这里, 通过溅射成形 40 nm 厚的 $\alpha$ -NPD 薄膜。

继而, 成形发光层 633。在实施模式 4 中, 空穴与电子在发光层 633 中复合, 于是出现发光。注意, 发光层 633 通过以 CBP 作为具有空穴传输特性的宿主材料, 和以 Ir(ppy)<sub>3</sub> 作为发光有机化合物, 二者的共蒸发成形为 30 nm 的薄膜厚度。

- 5 此外, 再成形阻挡层 634。阻挡层 634 亦称作空穴抑制层, 用于防止不参与复合的无用电流 (由于空穴注入到发光层 633 中, 穿过电子传输层到达阴极的流动)。BCP 通过蒸发沉积为 10 nm 的薄膜厚度作为实施模式 4 中的阻挡层 634。

- 10 然后, 成形电子传输层 635。注意, 电子传输层 635 是用具有电子接受特性的电子传输材料成形的。在实施模式 4 中, 通过蒸发而形成 40 nm 厚 Alq<sub>3</sub> 薄膜, 作为电子传输层 635。

- 另外, 电子发射区 636 可通过具有电子传输特性的材料与给体分子的共蒸发形成, 于是便完成具有层合结构的有机化合物层 613。注意, 电子发射区 636 是通过分子主链至少一部分由结构式 (D1) ~ (D7) 表示的给体分子与具有电子传输特性的材料共蒸发形成的。作为电子发射区 636, 在实施模式 4 中, TMB 与 Alq<sub>3</sub> 通过共蒸发沉积成具有 5 nm 的薄膜厚度。

- 接着, 成形将成为阴极的第二电极 614。第二电极 (阴极) 614 是用于向本发明有机化合物层 613 中注入电子的电极, 因此它必须采用小逸出功材料成形。第二电极 (阴极) 614 在实施模式 4 中用铝成形为 110 nm 的薄膜厚度。注意, 这里, 在薄膜成形中采用蒸发。

另外, 将利用图 7 解释在具有实施模式 4 的元件结构的发光器件中, 采用高分子为基础的化合物和低分子为基础的化合物的情况所采用的元件结构。

- 25 第一电极 (阳极) 701 由具有光传输特性的透明导电薄膜构成, 类似于图 6B。然而, 在第一电极 (阳极) 701 上成形的有机化合物层 702 由包括空穴传输层 703、发光层 704、电子传输层 705 和电子发射区 706 的层合结构组成。注意, 这里解释在空穴传输层 703 和发光层 704 中采用高分子为基础的化合物的情况。

- 30 空穴传输层 703 成形在第一电极 (阳极) 701 上。这里, 对于空穴传输层 703, 采用通过施涂液的旋涂涂布成形的薄膜作为空穴传输层 703, 其中施涂液由 PEDOT 与 PSS 溶解在水中制备。注意, 在实施模式

4 中, 空穴传输层 703 成形为 30 nm 的薄膜厚度。

接着, 在空穴传输层 703 上成形发光层 704。注意, 这里采用通过施涂液的旋涂涂布成形为 80 nm 的薄膜厚度作为发光层 704, 其中施涂液由 PAT 溶解在甲苯中制备。

- 5 继而, 在发光层 704 上成形电子传输层 705。注意, 这里采用  $\text{Alq}_3$  为低分子为基础的化合物作为成形电子传输层 705 的材料, 经蒸发成形的薄膜作为电子传输层 705, 其中薄膜厚度为 40 nm。

接着, 成形电子发射区 706。电子发射区 706 在这里通过将 TMB 与  $\text{Alq}_3$  共蒸发至 5 nm 的薄膜厚度而形成, 类似于图 6B 中解释的。

- 10 最后, 成形第二电极(阴极)707, 从而完成发光元件。注意, 第二电极(阴极)707 在这里是通过铝按类似于图 6B 所示成形为 110 nm 的薄膜厚度形成的。

#### [实施模式 5]

- 下面, 解释按照实施模式 5 的一种发光元件的元件结构, 其中在  
15 成为阳极的第一电极 802 与有机化合物层 803 彼此接触的部位有一个空穴发射区 805, 并在成为阴极的第二电极 804 与有机化合物层 803 彼此接触的部位有一个电子发射区 809, 如图 8A 所示。数字代号 806 代表空穴传输层, 807 代表发光层, 808 代表电子传输层。

- 图 8B 表示一种结构, 它除了包括实施模式 2 中解释的朝上发射发光元件之外还具有空穴发射区 821, 位于第一电极 802, 也就是阳极, 与有机化合物层 803 接触的区域。

就是说, 空穴发射区 821 通过 TCNQ, 一种受体分子, 与  $\alpha$ -NPD, 一种具有空穴传输特性的材料, 二者共蒸发至 30 nm 的薄膜厚度而成形在第一电极(阳极)802 上。

- 25 随后, 在空穴发射区 821 上采用蒸发成形 40 nm 厚  $\alpha$ -NPD 薄膜而形成空穴传输层 822。

注意, 在空穴传输层 822 上以类似于图 2B 所示结构方式成形发光层 823、阻挡层 824、电子传输层 825 和电子发射区 826, 从而形成具有层合结构的有机化合物层 803。

- 30 最后, 通过沉积 20 nm 薄膜厚度的铝形成第二电极(阴极)804, 从而制成具有空穴发射区 821 和电子发射区 826 的朝上发射发光器件。

下面, 解释一种发光元件的元件结构, 其中除了实施模式 3 中解

释的发光元件结构之外还具有空穴发射区 916, 位于第二电极 904, 即阳极, 与有机化合物层 903 接触的部位, 如图 9A 所示。

注意, 电子发射区 911、电子传输层 912、阻挡层 913、发光层 914 和空穴传输层 915 成形在通过成形 110 nm 厚铝膜获得的第一电极 902 上, 类似于图 4B 所示结构。

在空穴传输层 915 上, 以 TCNQ 为受体分子并以  $\alpha$ -NPD 为空穴传输材料, 二者共蒸发形成 30 nm 薄膜厚度的空穴发射区 916。

最后, 通过沉积薄膜厚度 120 nm 的 ITO 成形第二电极(阳极) 904, 从而完成具有电子发射区 911 和空穴发射区 916 的朝上发射发光器件。

下面解释一种发光元件的元件结构, 其中除了实施模式 4 中解释的朝下发射发光元件结构之外还具有空穴发射区 931, 位于第一电极 922, 即阳极, 与有机化合物层 923 接触的部位, 如图 9B 所示。

就是说, 在通过成形 120 nm 厚 ITO 薄膜获得的第一电极(阳极) 922 上, 以 TCNQ 为受体分子并以  $\alpha$ -NPD 为具有空穴传输特性的材料, 二者共蒸发形成 30 nm 薄膜厚度的空穴发射区 931。

在空穴发射区 931 上, 通过  $\alpha$ -NPD 蒸发至 40 nm 的薄膜厚度而形成空穴传输层 932。

注意, 发光层 933、阻挡层 934、电子传输层 935 和电子发射区 936 成形在空穴传输层 932 上, 类似于图 6B 所示结构, 从而形成具有层合结构的有机化合物层 923。

最后, 通过成形 110 nm 厚铝膜而形成第二电极(阴极) 924, 从而完成具有空穴发射区 931 和电子发射区 936 的朝下发射发光器件。

#### [实施模式 6]

该实施方案将结合图 10A~13B 来说明。这里, 将详细描述制造像素部分和驱动电路的 TFT(n-沟道 TFT 和 p-沟道 TFT) 的方法, 其中该驱动电路设在像素部分的周边并与之同时成形在同一衬底上。在该实施模式中, 成形一种具有如实施模式 2 所示元件结构的发光元件。

在衬底 600 上成形基础绝缘薄膜 601, 从而获得具有晶体结构的第一半导体薄膜。随后, 通过进行达到要求形状的腐蚀处理形成孤岛形状半导体层 602~605。

作为衬底 600, 采用玻璃衬底(# 1737)。作为基础绝缘薄膜 601,

通过在 400℃ 的温度以  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$  和  $\text{N}_2\text{O}$  作为原料气体实施等离子体 CVD, 在氧化硅薄膜上形成氮氧化硅薄膜 601a (氮氧化硅膜的组成比:  $\text{Si}=32\%$ ,  $\text{O}=27\%$ ,  $\text{N}=24\%$ ,  $\text{H}=17\%$ ), 作为基础绝缘薄膜的下层。该氮氧化硅薄膜的厚度是 50 nm (优选 10~200 nm)。薄膜的表面用臭氧水洗涤, 随后用稀氢氟酸 (稀释至 1/100) 除掉表面上的氧化物薄膜。继而, 通过以  $\text{SiH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  作为原料气体在 400℃ 的温度实施等离子体 CVD 而形成氮氧化硅薄膜 601b (氮氧化硅薄膜的组成比:  $\text{Si}=32\%$ ,  $\text{O}=59\%$ ,  $\text{N}=7\%$ ,  $\text{H}=2\%$ ) 作为基础绝缘薄膜的上层。氮氧化硅薄膜 601b 的厚度是 100 nm (优选 50~200 nm) 并覆盖在下层上形成层合物。不让该层合物暴露于空气, 通过在 300℃ 的温度以  $\text{SiH}_4$  为原料气体实施等离子体 CVD 在层合物上成形具有无定形结构的半导体薄膜 (这里, 一种无定形硅膜)。该半导体薄膜的厚度是 54 nm (优选 25~80 nm)。

在该实施模式中, 基础薄膜 601 具有二层结构。然而, 基础绝缘薄膜可以是单层或者二层以上的绝缘薄膜。半导体薄膜的材料不受限制, 但优选用硅或硅锗合金 ( $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  ( $x=0.0001\sim0.02$ )) 为原料通过已知方法 (溅射、LPCVD、等离子体 CVD 或诸如此类) 成形为半导体薄膜。所用等离子体 CVD 设备可以是逐个晶片或者成批处理的设备。基础绝缘薄膜和半导体薄膜可在同一室内相继成形, 以避免与空气接触。

对具有无定形结构的半导体薄膜的表面进行洗涤, 然后在其表面利用臭氧水形成非常薄, 约 2 nm 厚的氧化物薄膜。接着, 该半导体薄膜以微量杂质元素 (硼或磷) 掺杂, 以控制 TFT 的阈值。这里, 无定形硅膜通过离子掺杂方法以硼掺杂, 其中二硼烷 ( $\text{B}_2\text{H}_6$ ) 以等离子体激发, 不进行物质分离。掺杂条件包括, 设定加速电压为 15 kV; 通过以氢气稀释二硼烷至 1% 获得的气体流率为 30 sccm; 以及剂量为  $2 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ 。

接着, 含 10 ppm (重量) 镍的乙酸镍溶液用旋涂器进行涂布。若不采用旋涂, 镍也可通过溅射喷洒到整个表面上。

半导体薄膜经过热处理而发生结晶, 于是获得具有晶体结构的半导体薄膜。热处理在电炉中实施, 或者以强光辐照完成。当采取在电炉中热处理时, 温度设定在 500~650℃, 处理持续 4~24 h。这里, 经过热处理-脱氢化 (500℃, 1 h) 之后再经热处理-结晶 (550℃, 4 h) 便获得一种具有晶体结构的硅膜。虽然, 半导体薄膜在这里是采用电炉加热的热处理达到结晶的, 但它也可用能在短时间内达到结晶的灯

泡退火设备来实施结晶。本实施模式采用一种以镍作为加速硅结晶的金属元素的结晶技术。然而,其他已知的结晶技术,例如固相生长和激光结晶,均可使用。

随后,在具有晶体结构的硅膜表面的氧化膜以稀氢氟酸之类除掉之后,在空气或在氧气氛中实施第一激光束(XeCl<sub>2</sub>: 波长 308 nm)的辐照,以提高结晶比和修复晶粒中残存的缺陷。优选的是,使用连续振荡或脉冲振荡的固态激光器、气体激光器或金属激光器。注意,作为固态激光器,可举出连续振荡或脉冲振荡的YAG激光器、YVO<sub>4</sub>激光器、YLF激光器、YA10<sub>3</sub>激光器、玻璃激光器、红宝石激光器、紫翠玉(alexandrite)激光器、Ti:蓝宝石激光器以及诸如此类。作为气体激光器,这里可举出连续振荡或脉冲振荡的准分子激光器、氩激光器、氦激光器、二氧化碳激光器或诸如此类。作为金属激光器,这里可举出连续振荡或脉冲振荡的氦镭激光器、铜蒸汽激光器或金蒸汽激光器。激光束可通过利用非线性光学元件转变为二次谐波和三次谐波来使用。若采用脉冲激光束,则优选的是用光学系统将10~10 kHz的重复频率和相关激光束汇聚到100~150 mJ/cm<sup>2</sup>,以50~98%重叠比辐照并且可令其扫描硅膜表面。这里,第一激光束的辐照是在空气中、重复频率30 Hz,能量密度393 mJ/cm<sup>2</sup>条件下进行。此刻,如果采用连续振荡激光器,激光束的能量密度需要为约0.01~100 MW/cm<sup>2</sup>(优选0.1~10 MW/cm<sup>2</sup>)。衬底以相对于激光束约0.5~2000 cm/s的速度移动。要指出的是,鉴于是在空气或在氧气氛中实施的,故经过第一激光束的辐照,在表面上将形成氧化物膜。

激光辐照期间形成的氧化物膜用氢氟酸除掉之后,第二激光在氧气氛中或在真空中进行,以便使半导体薄膜的表面变得光滑。上面描述的连续振荡激光或脉冲振荡激光的固态激光器、气体激光器或金属激光器在这种情况下均可使用。可采用非线性光学元件转变为二次较高谐波或者三次较高谐波来使用激光(第二激光)。注意,第二激光的能量密度将被变得高于第一激光的能量密度。

此刻进行激光辐照非常重要,因为它被用来形成一种氧化物膜,以防止在以后通过溅射成形膜的过程中具有晶体结构的硅膜被稀有气体元素掺杂,因为它提高真空吸气效应。经此种激光辐照成形的氧化物膜以及以臭氧水处理表面120秒后形成的氧化物膜,合在一起构成

总厚度 1~5 nm 的阻挡层。

接下去,通过溅射,在阻挡层上形成含氢无定形硅膜,以作为吸气位点。该无定形硅膜的厚度是 150 nm。这里的无定形硅膜的成形条件包括设定薄膜成形压力为 0.3 Pa; 气体(氢)流率为 50 sccm; 薄膜  
5 成形功率为 3 kW; 以及衬底温度, 150℃。在上述条件下形成的无定形硅膜中所含氢的原子浓度是  $3 \times 10^{20} \sim 6 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  且其氧原子浓度是  $1 \times 10^{19} \sim 3 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 。此后,在灯泡退火设备中在 650℃ 热处理 3 分钟以便吸气。

采用阻挡层作为腐蚀抑制层,选择性地除掉吸气位点,即,含氢  
10 无定形硅膜。然后,该阻挡层用稀氢氟酸选择性地清除。在吸气期间,镍趋于向氧浓度高的区域移动,因此,较好的是,吸气以后除掉作为氧化物膜的阻挡层。

接着,采用臭氧水在获得的含晶体结构的硅膜(亦称多晶硅膜)的表面上成形薄氧化物膜。随后,成形光刻胶掩模,将硅膜腐蚀为彼此  
15 分开的孤岛状并具有要求形状的半导体层。半导体层成形后,除掉光刻胶掩模。

还有,半导体层成形以后,为控制 TFT 的阈值( $V_{th}$ ),半导体层可掺杂有提供 p-型或 n-型导电性的杂质元素。已知给半导体提供 p-型导电性的杂质元素是元素周期表中的族 13 元素,例如,硼、铝和镓。已  
20 知给半导体提供 n-型导电性的杂质元素是元素周期表中的族 15 元素,例如磷和砷。

继而,由臭氧水在获得的具有晶体结构的硅膜(亦称多晶硅膜)表面成形一个薄氧化物膜。成形一层光刻胶掩模,以便腐蚀后获得具有要求形状且彼此如孤岛状分开的半导体层 602~605。获得半导体层之  
25 后,除掉光刻胶掩模。该氧化物膜用含氢氟酸的腐蚀剂除掉,与此同时,硅膜表面进行洗涤。继而,成形一个主要含硅的绝缘薄膜,作为门绝缘膜 607。为成形门绝缘膜 607,可采用一种层合薄膜,由以硅为靶采用溅射法形成的氧化硅膜和氮化硅膜、采用等离子体 CVD 法形成的氮氧化硅膜形成,也可采用氧化硅膜。这里的门绝缘膜是氮氧化硅  
30 膜(组成比: Si=32%, O=59%, N=7%, H=2%),由等离子体 CVD 成形,厚度为 115 nm。

如图 10A 所示,厚 20~100 nm 的第一导电膜 608 和厚 100~400 nm



的第二导电膜 609 层合到门绝缘膜 607 上。在此种实施模式中, 50 nm 厚氮化钽膜和 370 nm 厚钨膜按所述顺序层合到门绝缘膜 607 上。

第一导电膜和第二导电膜的导电材料是选自, 铇、钨、钛、钼、铝和铜的元素或者主要含上述元素的合金或化合物。第一导电膜和第二导电膜可以是半导体膜, 典型是多晶硅膜, 其中掺杂以磷或其他杂质元素, 或者可以是银-钯-铜合金膜。本发明不限于两层结构导电膜。例如, 也可使用三层结构, 由 50 nm 厚钨膜、500 nm 厚铝-硅合金膜和 30 nm 厚氮化钛膜按此顺序层合起来构成。当采用三层结构时, 第一导电膜的钨可由氮化钨替代; 第二导电膜的铝-硅合金膜可由铝-钛合金膜替代; 第三导电膜的氮化钛膜可由钛膜替代。替代地, 也可采用单层导电膜。

如图 10B 所示, 光刻胶掩模 610~613 是通过曝光形成的, 以便进行第一腐蚀处理以形成门电极和布线。第一腐蚀处理是在第一和第二腐蚀条件下进行的。采用 ICP(电感耦合等离子体)腐蚀。采用 ICP 腐蚀并恰当地调节腐蚀条件(加在线圈电极的功率大小、加在衬底一侧电极的功率大小、衬底侧的温度等), 薄膜可被腐蚀成为要求的形状。使用的腐蚀气体的例子包括氯为基础的气体, 典型的是  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$  或  $\text{CCl}_4$ 、氟为基础的气体, 典型的是  $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$  或  $\text{NF}_3$  和  $\text{O}_2$ 。

衬底侧(样品台)还接受 150 W(13.56 MHz)的射频功率, 以施加基本为负的自偏压。衬底侧电极的面积(尺寸)是 12.5 cm x 12.5 cm; 线圈电极是 25 cm 直径的圆盘(这里是石英圆盘, 其外面缠绕线圈)。W(钨)膜在第一腐蚀条件下接受腐蚀, 使其沿边缘逐渐变小呈锥形。在第一腐蚀条件下, W 膜的腐蚀速率是 200.39 nm/min, TaN 膜的腐蚀速率是 80.32 nm/min。因此, W 对 TaN 的选择比为约 2.5。W 膜在第一腐蚀条件下变成约  $26^\circ$  角的锥形。随后, 第一腐蚀条件切换为第二腐蚀条件, 其间不除掉光刻胶掩模 610~613。第二腐蚀条件包括, 采用  $\text{CF}_4$  和  $\text{Cl}_2$  作为腐蚀气体, 设定其气体流率比为 30:30(sccm), 在 1 Pa 压力下在线圈电极上施加 500 W 射频(13.56 MHz)功率, 从而产生等离子体以腐蚀约 30 秒。衬底侧(样品台)也接受 20W(13.56 MHz)的射频功率, 以提供基本为负的自偏压。在第二腐蚀条件下, 包括采用  $\text{CF}_4$  和  $\text{Cl}_2$  的混合物, TaN 膜和 W 膜在大致相同的程度上被腐蚀。在第二腐蚀条件下, W 膜的腐蚀速率是 58.97 nm/min; TaN 膜的腐蚀速率是 66.43

nm/min. 为达到既腐蚀薄膜却又不在门绝缘膜上留下任何残余物, 腐蚀时间应延长约 10~20%.

在第一腐蚀处理中, 第一导电层和第二导电层, 通过将光刻胶掩模成形为适当形状并借助在衬底侧所加偏压的作用, 沿边缘变成锥形. 锥形部分的角度可介于 15~45°.

通过第一腐蚀处理, 形成由第一导电层与第二导电层组成的第一形状导电层 615~618 (第一导电层 615a~618a 和第二导电层 615b~618b). 作为门绝缘膜的绝缘膜 607 被腐蚀 10~20 nm, 结果形成具有一个变薄区, 第一形状导电层 615~618 不重叠在该区上的门绝缘膜 620.

接着, 不除掉光刻胶掩模, 就进行第二腐蚀处理. 这里, 用  $\text{SF}_6$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{O}_2$  作为腐蚀气体; 这些气体的流率设定在 24/12/24 sccm, 并在螺旋形(线圈)电极上在 1.3 Pa 压力下施加 700 W 的射频(13.56 MHz)功率以产生等离子体, 借此进行 25 秒的腐蚀. 还在衬底侧(样品台)施加 10 W 的射频(13.56 MHz)功率以施加基本为负的自偏压. 在第二腐蚀处理中, 对 W 的腐蚀速率是 227.3 nm/min; TaN 的腐蚀速率是 32.1 nm/min; W 对 TaN 的选择比是 7.1. 对绝缘薄膜 620 的  $\text{SiON}$  的腐蚀速率是 33.7 nm/min; W 对  $\text{SiON}$  的选择比是 6.83. 在  $\text{SF}_6$  被用作腐蚀气体的情况下, 如上所述, 就绝缘膜 620 而言, 该选择比是高的. 因此, 薄膜厚度的减少可得到抑制. 在该实施方案中, 绝缘膜 620 的厚度仅减少约 8 nm.

通过第二腐蚀处理, W 的锥角变为 70°. 经第二腐蚀处理, 形成第二导电层 621b~624b. 另一方面, 第一导电层几乎没有被腐蚀, 成为第一导电层 621a~624a. 注意, 第一导电层 621a~624a 的尺寸与第一导电层 615a~618a 基本相同. 实际上, 与第二腐蚀处理之前相比, 第一导电层的宽度可能减少了约 0.3  $\mu\text{m}$ , 即, 总宽度约 0.6  $\mu\text{m}$ . 然而, 第一导电层的尺寸却几乎不变.

再有, 在不采用二层结构, 而采用三层结构, 其中 50 nm 厚钨膜、厚 500 nm 的铝与硅的合金膜以及 30 nm 厚氮化钛膜顺序层合的情况下, 在第一腐蚀处理的第一腐蚀条件:  $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{O}_2$  被用作原料气体; 气体流率设定在 65/10/5(sccm); 300W 射频(13.56 MHz)功率加在衬底侧(样品台)上; 以及 450 W 射频(13.56 MHz)功率在 1.2 Pa 压力下

加在螺旋形电极上以产生等离子体, 腐蚀持续 117 秒。至于第一腐蚀处理的第二腐蚀条件, 采用  $\text{CF}_4$ 、 $\text{Cl}_2$  和  $\text{O}_2$ ; 气体流率设定在 25/25/10 sccm; 20W 射频 (13.56 MHz) 功率加在衬底侧 (样品台) 上; 以及 500 W 射频 (13.56 MHz) 功率在 1 Pa 压力下加在螺旋形电极上以产生等离子体。  
5 体。在以上条件下, 腐蚀持续约 30 秒便足够了。在第二腐蚀处理中, 采用  $\text{BCl}_3$  和  $\text{Cl}_2$ ; 气体流率设定在 20/60 (sccm); 100W 射频 (13.56 MHz) 功率加在衬底侧 (样品台) 上; 以及 600 W 射频 (13.56 MHz) 功率在 1.2 Pa 压力下加在螺旋形电极上以产生等离子体, 借此进行腐蚀。

接着, 除掉光刻胶掩模, 然后实施第一掺杂过程, 结果获得图 11A 的状态。掺杂处理可采取离子掺杂或离子植入来实施。离子掺杂在剂  
10 量  $1.5 \times 10^{14}$  个原子/厘米<sup>2</sup> 和加速电压 60~100 KeV 条件下进行。作为赋予 n-型导电性的杂质元素, 典型地采用磷或砷。在此种情况下, 第一导电层和第二导电层 621~624 变成掩模, 防止赋予 n-型导电性的杂质元素进入, 而第一杂质区 626~629 以自排齐的方式形成。赋予  
15 n-型导电性的杂质元素以  $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  的浓度范围加入到第一杂质区 626~629 中。这里, 具有与第一杂质区相同浓度的区也称作 n<sup>-</sup>区。

注意, 虽然在本实施方案中, 第一掺杂处理是在除掉光刻胶掩模以后进行的, 但第一掺杂处理可以在不除掉光刻胶掩模的情况下实  
20 施。

随后, 如图 11B 所示, 成形光刻胶掩模 631~633, 并进行第二掺杂处理。掩模 631 是保护形成驱动电路 p-沟道 TFT 的半导体层沟道形成区及其周边的掩模; 掩模 632 是保护形成象素部分 TFT 的半导体层的沟道形成区及其周边的掩模。

25 在第二掺杂处理的离子掺杂条件: 剂量  $1.5 \times 10^{15}$  个原子/厘米<sup>2</sup>; 和加速电压 60~100 KeV 之下, 掺入杂质元素磷。这里, 杂质区在相应半导体层内以自排齐方式用第二导电层 621b 作为掩模形成。当然, 被掩模 631~633 覆盖的区域, 磷不能加入。于是, 便形成第二杂质区 634 和 635 以及第三杂质区 637。赋予 n-型导电性的杂质元素以  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21}/\text{cm}^3$  的浓度范围加入到第二杂质区 634 和 635。这里,  
30 具有与第二杂质区相同浓度范围的区域亦称作 n<sup>+</sup>区。

进而, 由第一导电层成形第三杂质区, 其浓度低于第二杂质区的

浓度, 并以  $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$  的浓度加入赋予 n-型导电性的杂质元素。注意, 鉴于掺杂过程是穿过一部分具有锥形形状的第一导电层进行的, 故第三杂质区具有浓度梯度, 杂质浓度朝向锥形部分的端部递增。这里, 具有与第三杂质区相同浓度范围的区域被称作  $n^-$  区。

- 5 还有, 掩模 632 覆盖的区域在第二掺杂处理中未加入杂质元素, 因此成为第一杂质区 638。

继而, 在除掉光刻胶掩模 631 ~ 633 之后, 新成形光刻胶掩模 639 和 640, 并如图 11C 所示进行第三掺杂处理。

- 10 在驱动电路中, 借助上面描述的第三掺杂处理, 成形了第四杂质区 641 和 642 以及第五杂质区 643 和 644, 其中赋予 p-型导电性的杂质元素加入到形成 p-沟道 TFT 的半导体层中, 以及形成存储电容的半导体层中。

- 15 再者, 赋予 p-型导电性的杂质元素以  $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21}/\text{cm}^3$  的浓度范围加入到第四杂质区 641 和 642 中。注意, 在第四杂质区 641 和 642 中, 在前面步骤中曾经加入了磷( $n^-$ 区), 但赋予 p-型导电性的杂质元素是以 1.5 ~ 3 倍于磷那样高的浓度加入的。因此, 第四杂质区 641 和 642 具有 p-型导电性。这里, 具有与第四杂质区相同浓度范围的区域亦称作  $p^+$  区。

- 20 进而, 第五杂质区 643 和 644 在覆盖第二导电层 622a 和 624a 锥形部分的区域内形成, 并加入了  $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  浓度的赋予 p-型导电性的杂质元素。这里, 具有与第五杂质区相同浓度范围的区域亦称作  $p^-$  区。

通过上面描述的步骤, 具有 n-型或 p-型导电性的杂质区分别成形在相应半导体层中。导电层 621 ~ 624 便成为 TFT 的门电极。

- 25 接着, 成形基本上覆盖整个表面的绝缘膜(未画出)。在该实施方案中, 借助等离子体 CVD 成形 50 nm 厚氧化硅膜。当然, 绝缘层不限于氧化硅膜, 其他含硅绝缘膜也可使用, 可以是单层或者是层合结构。

- 30 然后, 实施对加入到相应半导体层中的杂质元素的活化步骤。在该活化步骤中, 采用: 使用灯泡光源的快速热退火(RTA)法、YAG 激光器或准分子激光器从后表面发光的辐照法、采用炉子的热处理或它们的组合。

再有, 虽然在该实施模式中展示的是先成形绝缘膜, 后活化, 但

也可采用先活化,后成形绝缘膜的做法。

随后,成形由氮化硅膜构成的第一层间绝缘膜 645,并实施热处理(300~550℃,1~12 h),其间实施半导体层的氢化步骤(图 12A)。第一层间绝缘膜 645 可以是层合结构,由采用等离子体 CVD 法成形的氮  
5 氧化硅膜和氮化硅膜组成。该步骤是利用第一层间绝缘膜 645 中包含的氢消除半导体层中的不饱和键的步骤。半导体层可进行氢化,而不管是否存在氧化硅膜构成的绝缘膜(未画出)。顺便指出,在该实施方案中,含铝作为其主要成分的材料被用作第二导电层,因此,重要的是所采取的热处理条件要保证第二导电层能够经受该氢化步骤。作为  
10 另一种氢化手段,也可实施等离子体氢化(采用由等离子体激发的氢)。

接着,在第一层间绝缘膜 645 上由有机绝缘材料成形第二层间绝缘膜 646。在该实施方案中,成形一层 1.6 μm 厚的丙烯酸树脂膜。

另外,为防止因第二层间绝缘膜 646 上的层绝缘膜内侧产生诸如  
15 氧、放出湿气之类造成的排气,成形一个阻挡膜 647。具体地说,可采用含铝,例如氮化铝、氮氧化铝、氧氮化铝、氮化硅以及氮氧化硅或者硅、氮化碳和 DLC(钻石状碳)等的绝缘膜来成形该阻挡膜,厚度介于 0.2~1 μm。在该实施方案中,采用溅射法成形 0.3 μm 厚由氮化硅组成的阻挡膜。另外,作为这里使用的溅射法,有两极溅射法、离子束  
20 溅射法或对立靶溅射法。

随后,成形通达每个杂质区的接触孔。在该实施模式中,顺序地实施多道腐蚀处理。在该实施模式中,第二层间绝缘膜以第一层间绝缘膜为腐蚀抑制层接收腐蚀处理,第一层间绝缘膜以绝缘膜(未画出)作为腐蚀抑制层接受腐蚀,随后,腐蚀掉该绝缘膜(未画出)。

25 成形分别连接高浓度杂质区 634、635、641 和 642 的布线 650~656 和成为阳极的第一电极 657。在该实施模式中,采用具有遮光效应的导电材料。具体地说,可采用周期表第 4、5 或 6 族元素组成的导电氮化物、氧化物、碳化物、硼化物和硅化物。然而,布线 650~656 和第一电极(阳极)657 可采用氮化钛成形至 500 nm 厚。

30 作为该实施模式的腐蚀条件,用 CF<sub>4</sub>与 C<sub>1</sub>F<sub>4</sub>的混合气体作为腐蚀气体;气体流率设定在 40/40 sccm;通过在螺旋形电极上、1.2 Pa 压力下施加 450 W 射频(13.56 MHz)功率产生等离子体,以此腐蚀约 30 秒。

还可在衬底侧(样品台)加上 100 W 射频(13.56 MHz)功率,以产生有效的负自偏压。

在该实施方案中,第一电极(阳极)657与布线同时形成,并起到高浓度杂质区642的接线的功能。

- 5 如上所述,具有 n-沟道 TFT 701 和 p-沟道 TFT 702 的驱动电路 705,以及具有由 n-沟道 TFT 构成的开关 TFT 703 和由 p-沟道 TFT 构成的电流控制 TFT 704 的像素部分 706,可成形在同一衬底上(图 12C)。在本说明书中,上述衬底,为方便计被称为有源矩阵衬底。

- 10 在像素部分 706 中,开关 TFT 703(n-沟道 TFT)具有:沟道形成区 503、成形在形成门电极的导电层 623 外面的第一杂质区( $n^-$ 区)638;以及具有源或漏极区功能的第二杂质区( $n^+$ 区)635。

在像素部分 706 中,电流控制 TFT 704(p-沟道 TFT)具有:沟道形成区 504、通过绝缘薄膜与一部分形成门电极的导电层 624 重叠的第五杂质区( $p^-$ 区)644,以及具有源或漏极区功能的第四杂质区( $p^+$ 区)642。

- 15 另外,在驱动电路 705 中,n-沟道 TFT 701 具有:沟道形成区 501、通过绝缘薄膜与一部分形成门电极的导电层 621 重叠的第一杂质区( $n^-$ 区)637;以及起到源或漏极区功能的第二杂质区( $n^+$ 区)634。

- 20 另外,在驱动电路 705 中,p-沟道 TFT 702 具有:沟道形成区 502、通过绝缘薄膜与部分形成门电极的导电层 622 重叠的第五杂质区( $p^-$ 区)643;以及起到源或漏极区功能的第四杂质区( $p^+$ 区)641。

上述 TFT 701 与 702 恰当地组合起来可构成移位电阻电路、缓冲电路、电平移相器电路、自锁电路等,从而构成驱动电路 705。例如,在形成 CMOS 电路的情况下,n-沟道 TFT 701 与 p-沟道 TFT 702 可彼此互补地连接。

- 25 而且,n-沟道 TFT 701 的结构,作为一种 GOLD(门-漏重叠的 LDD)结构,通过 LDD(轻微掺杂的漏极)区与门电极重叠形成,适合于将可靠性作为顶级优先的电路。

- 30 注意,驱动电路 705 中的 TFT(n-沟道 TFT 和 p-沟道 TFT)要求具有高驱动能力(对电流:离子)并防止因热载流子效应而退化,从而改善了可靠性。具有门电极通过门绝缘膜与低浓度杂质区重叠的区域(GOLD 区)的 TFT 被用作能有效防止电流值因热载流子而减小的结构。

注意,像素部分 706 中的开关 TFT 703 要求低断路电流( $I_{off}$ )。

具有门电极不通过门绝缘膜与低浓度杂质区重叠的区域(LDD 区)的结构,可用作降低断路电流的 TFT 结构。

接着,成形  $1\text{ }\mu\text{m}$  厚的绝缘膜。作为含硅绝缘材料,可采用氧化硅、氮化硅或氮氧化硅。作为有机树脂(包括光敏聚酰亚胺),可使用聚酰胺、丙烯酸类(包括光敏丙烯酸类)、BCB(苯并环丁烯)或诸如此类。

在绝缘膜的对应于像素电极 657 的部分,形成绝缘膜 658 的敞开部分(图 13A)。

另外,采用光敏聚酰亚胺成形一层  $1\text{ }\mu\text{m}$  厚绝缘膜,通过光刻方法形成图案之后,采用腐蚀处理形成绝缘膜 658。

10 在绝缘层 658 敞开部分中的外露第一电极(阳极)657 上,采用蒸发方法成形有机化合物层 659(图 13A)。有机化合物层 659 是通过如实施模式 2 所示的相同元件结构进行层合形成的。

虽然,这里仅表示出一个像素部分,但在该像素部分内形成的大量像素的每一个中,成形了一个发出红、绿或蓝三种光的有机化合物层。于是,便实现了全色显示。形成发出三种光的有机化合物层的有机化合物的组合将参考图 14A~14D 来说明。

图 14A 中所示发光元件包含第一电极(阳极)1401、有机化合物层 1402 和第二电极(阴极)1403。有机化合物层 1402 具有层合结构,由空穴传输层 1404、发光层 1405、阻挡层 1406、和电子传输层 1407 以及电子发射区 1408 组成。另外,发红光的发光元件的材料和厚度示于图 14B 中;发绿光的发光元件的材料和厚度示于图 14C;发蓝光的发光元件的材料和厚度示于图 14D。

首先,成形发红光的有机化合物层。具体地说,作为空穴传输有机化合物的 $\alpha$ -NPD被成形为  $40\text{ nm}$  薄膜厚度的空穴传输层 1404。一种 2,3,7,8,12,13,17,18-八乙基-21H,23H-卟啉-铂(以下称 PtOEP)作为发光有机化合物,与有机化合物(以下称宿主材料),一种 4,4'-二咔唑基-联苯(以下称 CBP)作为宿主,共沉积形成  $30\text{ nm}$  薄膜厚度的发光层 1405。浴铜灵(以下称 BCP)作为阻挡有机化合物成形为  $10\text{ nm}$  薄膜厚度的阻挡层 1406。 $\text{Alq}_3$  作为电子传输有机化合物成形为  $40\text{ nm}$  薄膜厚度的电子传输层 1407。电子发射区 1408 是由 TMB 与  $\text{Alq}_3$  共沉积至  $5\text{ nm}$  薄膜厚度而成形为发红光的有机化合物层。

虽然,这里解释的是采用 5 种不同功能有机化合物成形发红光有

机化合物层的情况，但本发明不限于此，而已知材料有许多可用作显示发红光性能的有机化合物。

成形发绿光的有机化合物层。具体地说，作为空穴传输有机化合物的 $\alpha$ -NPD被成形为40 nm薄膜厚度的空穴传输层1404。发光层1405  
5 采用CBP作为空穴发射宿主材料，与三(2-苯基吡啶)铱(Ir(ppy)<sub>3</sub>)共沉淀至30 nm的薄膜厚度。BCP作为阻挡有机化合物成形为10 nm薄膜厚度的阻挡层1406。Alq<sub>3</sub>作为电子传输有机化合物成形为40 nm薄膜厚度的电子传输层1407。电子发射区1408由TMB与Alq<sub>3</sub>共沉积至5 nm薄膜厚度而形成发绿光有机化合物层。

10 虽然，这里解释的是采用4种不同功能有机化合物成形发绿光有机化合物层的情况，但本发明不限于此，且已知材料有许多可用作显示发绿光的有机化合物。

成形发蓝光的有机化合物层。具体地说，作为发光有机化合物和空穴传输有机化合物的 $\alpha$ -NPD被成形为40 nm薄膜厚度的发光层  
15 1405。BCP作为阻挡有机化合物成形为10 nm薄膜厚度的阻挡层1406。Alq<sub>3</sub>作为电子传输有机化合物成形为40 nm薄膜厚度的电子传输层1407。电子发射区1408由TMB与Alq<sub>3</sub>共沉积至5 nm薄膜厚度而形成发蓝光有机化合物层。

虽然，这里解释的是采用3种不同功能有机化合物成形发蓝光有机化合物层的情况，但本发明不限于此，且已知材料有许多可用作显示发蓝光的有机化合物。

通过将上述有机化合物成形在第一电极(阳极)上，可在该像素部分中成形发出红光、绿光和蓝光的有机化合物层。

接着，如图13B所示，通过有机化合物层659和绝缘层658交叠  
25 而形成第二电极(阴极)660。在该实施模式中，阴极660由透光的导电膜构成。具体地说，优选的是，阴极用小逸出功材料成形，以便改善电子注入。在该实施模式中，第二电极(阴极)660由铝或银制成。

在该实施模式中，鉴于发光元件产生的光需透过第二电极(阴极)660辐射出去，故阴极需要对光透明。因此，第二电极(阴极)660  
30 由铝成形至20 nm厚度而制成。

于是，第二电极(阴极)660由超薄膜构成，因此形成一种具有透光性的电极。第二电极(阴极)660可由另一种已知材料成形，只要该材料



是小逸出功材料并且是对光透明的导电膜。

如图 13B 所示,可成形:一种具有电气连接着电流控制 TFT 704 的第一电极(阳极)657 的元件衬底、在第一电极(阳极)657 和与之相邻电极(未画出)之间成形的绝缘层 658、在第一电极(阳极)657 上成形有机化合物层 659,并且由在有机化合物层 659 和绝缘层 658 上成形的第二电极(阴极)660 组成发光元件 661。

在该实施方案中,TFT 的驱动电压介于 1.2~10 V,优选 2.5~5.5 V。

当像素部分的显示是活动的(电影显示的情况),背景由所含发光元件发光的像素显示,而字母由所含发光元件不发光的像素显示。然而,在像素部分的电影显示静止一段时间或更长(在本说明书中称作等待时间)的情况下,为节省电力宜于改变显示方法(反转模式)。具体地说,字母由所含发光元件发光的像素显示(亦称字母显示),而背景则由所含发光元件不发光的像素显示(亦称作背景显示)。

像素部分详细的上表面结构示于图 15A 中;其电路示意图表示在图 15B 中。图 15A 和 15B 采用相同代号标注。

图 15A 和 15B 中,设在衬底上的开关 TFT1500 采用图 13 的开关 TFT(n-沟道型)TFT 703 构成。因此,有关开关(n-沟道型)TFT 703 的解释可看成是对其结构的解释。再有,由数字代号 1502 标出的布线是用于电气连接开关 TFT 1500 的门电极 1501(1501a 和 1501b)的门布线。

注意,在该实施方案中,采取的是双门结构,其中形成了两个沟道形成区,但是单门结构,其中形成了一个沟道形成区,或者三门结构,其中形成了 3 个沟道形成区,也可采用。

再有,开关 TFT 1500 的源极连接到源极接线 1503 上,而其漏极则连接到漏极接线 1504 上。漏极接线 1504 电气连接电流控制 TFT 1505 的门电极 1506。注意,电流控制 TFT 1505 是采用图 13 的电流控制(n-沟道型)TFT 704 形成的。因此,有关其结构可参考电流控制(n-沟道型)TFT 704 的解释。注意,虽然在该实施方案中采取单门结构,但是双门结构或三门结构也可采取。

再有,电流控制 TFT 1505 的源极电气连接电流供应线 1507,其漏极电气连接漏极接线 1508。此外,漏极接线 1508 电气连接虚线标

出的第一电极(阴极)1509。

数字代号 1510 标出的布线是连接删除 TFT 1511 的门电极 1512 的门布线。再有, 删除 TFT 1511 的源极电气连接电流供应线 1507, 而其漏极电气连接漏极接线 1504。

- 5        删除 TFT 1511 的构成类似图 13 中的电流控制 TFT(n-沟道型)704。因此, 有关其结构的解释指的就是电流控制 TFT(n-沟道型)704 的。在该实施方案中, 虽然描述的是单门结构, 但是双门结构或三门结构也可使用。

- 10       这时, 一个贮存电容器成形在数字代号 1513 标出的区域。电容器 1513 由电气连接到电流供应线 1507 的半导体膜 1514、作为门绝缘膜的同一层绝缘膜(未画出)以及门电极 1506 组成。再者, 由门电极 1506、作为第一层间绝缘膜的同一层绝缘膜(未画出)以及电流供应线 1507 构成的电容器可用作存储电容器。

- 15       图 15B 电路示意图所表示的发光元件 1515 由阴极 1509、在阴极 1509 上成形的有机化合物层(未画出)和成形在有机化合物层上的阳极(未画出)组成。在本发明中, 阴极 1509 连接电流控制 TFT 1505 的源极区和漏极区。

- 20       在发光元件 1515 的阳极上提供了一个反电位。另外, 电源电位加在电源线 V 上。反电位与电源电位之间的电位差总是维持在电源电位加在像素电极上时将导致发光元件发光的电平。电源电位与反电位是通过从外部安装的 IC 芯片之类的东西提供的电源提供给本发明发光器件的。在本发明中, 提供反电位的电源被称作反电源 1516。

#### [实施模式 7]

- 25       参看图 16A 和 16B, 下面将描述该实施模式下本发明有源矩阵型发光器件的外观。图 16A 为发光器件的俯视图; 图 16B 是沿图 16A 的线段 A-A' 截取的断面视图。如同虚线所示, 数字代号 1601 代表源极信号线驱动电路, 1602 代表像素部分; 以及 1603, 门信号线驱动电路; 1604, 密封衬底; 以及 1605, 密封剂。密封剂 1605 包围着一个空间。

- 30       数字代号 1608 代表用于将输入信号传送到源极信号线驱动电路 1601 和门信号线驱动电路 1603 的互连。互连 1608 接受来自柔性印刷电路(FPC)1609 的视频信号或时钟信号, FPC 将是一种外部输入端子。图中仅画出 FPC, 但印制线路板(PWB)可固定到该 FPC 上。本说明书中

所指发光器件可以是发光器件的本体或者是包括安装在本体上的 FPC 或 PWB 的产品。

下面将描述断面结构,参看图 16B。驱动电路和象素部分成形在衬底 1610 上,但作为驱动电路之一的源极信号线驱动电路 1601,以及  
5 象素部分 1602 示于图 16B。

在源极信号线驱动电路 1601 中,成形了一种 CMOS 电路,其中将 n-沟道型 TFT 1623 与 p-沟道型 TFT 1624 结合起来。构成驱动电路的 TFT 可由已知 CMOS 电路、PMOS 电路或 NMOS 电路组成。在该实施模式中,表示的是一种驱动器-集成型,其中在衬底上成形了驱动电路,但  
10 不一定必须采用驱动器-集成型。驱动器可以不装在衬底上而是装在外部。

象素部分 1602 由大量象素组成,每个象素包括电流控制 TFT 1611 和第一电极 1612。第一电极 1612 电气连接电流控制 TFT 1611 的漏极。

绝缘层 1613 成形在第一电极 1612 的每一端。由第一有机化合物  
15 层 1614 组成的有机化合物层成形在第一电极 1612 上。第二电极 1616 成形在有机化合物层 1614 上。于是便完成由第一电极 1612、有机化合物层 1614 和第二电极 1616 组成的发光元件 1618。

第二电极 1616 也起到所有象素共享的共同接线的作用并通过连接线 1608 电气连接 FPC 1609。

20 密封衬底 1604 以密封剂 1605 粘合到衬底 1610 上以便将成形在衬底 1610 上的发光元件 1618 密封。可设置树脂膜形成的空间来保持密封衬底 1604 与发光元件 1618 之间的距离。密封剂 1605 内部的空间 1607 以诸如氮气之类的情性气体充满。密封剂 1605 优选是环氧树脂。优选的是,密封剂 1605 的材料可以尽可能少地让湿气和氧气穿过材料。吸湿物质或抗氧化物质可放在空间 1607 中。  
25

在该实施方案中,玻璃衬底或石英衬底被用作密封衬底 1604。替代地,该封装件可以是由 FRP(玻璃纤维增强塑料)、PVF(聚氟乙烯)、Mylar、聚酯、丙烯酸类或诸如此类构成的塑料衬底。密封衬底 1604 利用密封剂 1605 粘合到衬底 1610 上之后,装置的侧面(暴露面)可  
30 用密封剂进一步覆盖和密封。

如上所述将发光元件密封在空间 1607 中之后,该发光元件就完全与外界隔绝开来,于是加速有机化合物层降解的外界物质如湿气和氧

气便无法进入发光元件。因此,可获得高度可靠的发光器件。

该实施模式的结构可与实施模式 1~6 当中任何一种结构随意组合。

#### [实施模式 8]

- 5        在该实施方案中,结合图 17 描述一种制造具有本发明元件结构的无源型(简单矩阵型)发光器件的情况。在图 17 中,数字代号 1701 和 1702 分别代表玻璃衬底和由金属化合物膜构成的第一电极(阳极)。在该实施方案中,TiN 作为金属化合物通过溅射成形。在图 17 中虽未画出,但有大量阳极以平行于纸面的条形排列。在无源矩阵发光器件中, 10        鉴于阳极材料需要有高于有源矩阵发光器件的导电性,故有效的是,采用导电性高于 ITO 的金属化合物作为阳极以降低发光器件的驱动电压。

由绝缘材料构成的触排 1703 横跨呈条形排列的第一电极(阳极)1702 成形。触排 1703 垂直于纸面,与第一电极(阳极)1702 接触。

- 15        接着,成形包含至少一种有机化合物的层 1704。作为构成包含至少一种有机化合物的层 1704 的材料,可采用能够发光的已知材料以及本说明书中描述的材料。

- 例如,通过成形包含至少一种发红光的有机化合物的层、包含至少一种发绿光的有机化合物的层和包含至少一种发蓝光的有机化合物的层,可制成一种提供三种类型发光的发光器件。鉴于由这些层组成的包含至少一种有机化合物的层 1704 是沿着触排 1703 内造成的沟槽成形的,故层 1704 以垂直于纸面的条形形式排列。

接着,在有机化合物层 1704 上成形第二电极(阴极)1705。第二电极(阴极)1705 是通过蒸汽沉积,利用金属掩模成形的。

- 25        鉴于底下的第一电极(阳极)1702 在本实施模式中由不透明材料制成,故在包含至少一种有机化合物的层 1704 中产生的光朝上从第二电极(阴极)1705 辐射出去。

- 接着,制备作为密封衬底 1707 的玻璃衬底。鉴于密封衬底 1707 在本实施方案的结构中可具有透明性,故除了用玻璃衬底之外也可采用塑料或石英制成的衬底。

30        密封衬底 1707 用紫外硬化树脂构成的密封剂 1708 粘合到衬底 1701 上。密封剂 1708 的内部 1706 是气密-闭合空间,且该内部充满

诸如氦气或氩气之类的惰性气体。优选的是，在气密闭合的空间 1706 内放入吸湿剂，其典型例子是氧化钡。至少，一个柔性印刷电路 (FPC) 1709 安装到阳极上，从而完成一个无源型发光器件。

该实施模式可与实施模式 1~7 中的要素组合，除了与其中的元件 5 结构(有源矩阵型)有关的结构之外。

#### [实施模式 9]

由于是自发光，一种采用发光元件的发光器件在光亮的地方具有比液晶显示装置好的可视性和宽的视角。因此，各种各样电器均可用本发明发光器件配套。作为采用本发明发光器件的电器的例子，可举出 10 出摄像机、数字式照相机、眼镜式显示器(头戴显示器)、导航系统、音频播放装置(例如，汽车放音或放音组件)、笔记本电脑、游戏机、便携式信息终端(例如，移动电脑、蜂窝式电话、便携式游戏机和电子图书)以及配备记录介质的图象播放装置(特别是，具有可再现记录介质中数据的显示装置的装置，例如显示数据图象的数字式视盘 15 (DVD))。宽视角对于移动式信息终端特别重要，因为看它们时其屏幕常常是歪斜的。因此，移动式信息终端优选采用这种使用发光元件的发光器件。这些电器的具体例子示于图 18A~18H。

图 18A 表示一个显示装置，由机壳 2001、底座 2002、显示单元 2003、扬声器单元 2004、视频输入端子 2005 等组成。按本发明制造的 20 的发光器件可应用到该显示单元 2003 上。鉴于具有发光元件的发光器件是自照明的，故该装置不需要背面光因此可以做成比液晶显示器件更薄的显示单元。该显示器件指的是用于显示信息的所有显示器件，包括用于个人电脑、用于电视广播接收和用于广告的器件。

图 18B 表示数字式照相机，由本体 2101、显示单元 2102、图象接收单元 2103、操作键 2104、外部接线口 2105、快门 2106 等组成。按 25 本发明制造的发光器件可应用在该显示单元 2102 上。

图 18C 表示笔记本电脑，由本体 2201、机壳 2202、显示单元 2203、键盘 2204、外部接线口 2205、指向鼠标 2206 等组成。按本发明制造的发光器件可应用到该显示单元 2203 上。

30 图 18D 表示移动电脑，由本体 2301、显示单元 2302、开关 2303、操作键 2304、红外口 2305 等组成。按本发明制造的发光器件可应用到该显示单元 2302 上。

图 18E 表示配备记录介质的移动式图象播放装置(具体地说, DVD 显示器)。该装置由本体 2401、机壳 2402、显示单元 A 2403、显示单元 B 2404、记录介质(DVD 之类)读取单元 2405、操作键 2406、扬声器单元 2407 等组成。显示单元 A 2403 主要显示图象信息, 而显示单元 B 2404 主要显示文本信息。按本发明制造的发光器件可应用到显示单元 A 2403 和 B 2404 上。该配备了记录介质的图象播放装置还包括家庭-视频游戏机。

图 18F 表示眼镜式显示器(头戴显示器), 由本体 2501、显示单元 2502 和臂单元 2503 组成。按本发明制造的发光器件可应用到显示单元 2502 上。

图 18G 表示摄像机, 由本体 2601、显示单元 2602、机壳 2603、外部接口 2604、遥控接收单元 2605、图象接收单元 2606、电池 2607、音频输入单元 2608、操作键 2609、眼镜垫圈部分 2610 等组成。按本发明制造的发光器件可应用到显示单元 2602 上。

图 18H 表示移动电话, 由本体 2701、机壳 2702、显示单元 2703、音频输入单元 2704、音频输出单元 2705、操作键 2706、外部接口 2707、天线 2708 等组成。按本发明制造的发光器件可应用到显示单元 2703 上。如果显示单元 2703 显示黑背景白字, 则该手机耗电较少。

如果将来提高了有机材料发出光的亮度, 则该发光器件可用在前或后投影器中, 将载有图象信息的输出光透过透镜之类放大并将该光投射出去。

目前, 这些电器正以越来越高的频率通过电子通讯线路如互联网和 CATV(有线电视)发送信息, 特别是动画信息。鉴于有机材料具有非常快的响应速度, 故该发光器件适用于动画显示。

在该发光器件中, 发光部分消耗电能, 因此优选以要求较少发光部分的方式显示信息。当该发光器件用在移动式信息终端显示单元中, 尤其是手机和音频播放装置这类主要显示文字信息的装置中时, 优选这样驱动该器件, 使得不发光部分形成背景, 而发光部分形成文字信息。

如上所述, 采用本发明制造的发光器件的应用范围如此广泛, 以致它可应用到任何领域的电器上。该实施方案的电器可采用实施模式 1~8 成形的发光器件完成。

## [实施模式 10]

另外, 本发明发光器件还可做成图 19 所示的结构。注意, 图 19 被用来解释具有这样结构的情况: 其中第一电极 1911 是阳极; 第二电极 1914 是阴极; 光从第一电极 1911 侧穿过, 如同在实施模式 4 中所解释的。数字代号 1901 代表衬底, 1902 代表沟道形成区, 1903 代表源极区, 1904 代表漏极区, 1905 代表门绝缘膜, 1906 代表门电极, 1908 代表层间绝缘膜, 1921 代表开关 TFT, 1922 代表电流控制 TFT, 1917 代表阻挡膜。

诸如无机材料之类的材料(二氧化硅、氮化硅、氮氧化硅等), 光敏或非光敏有机材料(聚酰亚胺、丙烯酸类、聚酰胺、聚酰亚胺酰胺、光刻胶或苯并环丁烯), 这些材料的层合物, 都可用作覆盖第一电极(阳极) 1911 边缘部分(和布线 1907) 的绝缘层 1912 (被称作触排、间隔、阻挡膜等)。例如, 优选的是, 绝缘薄膜边缘部分的曲率半径设定在  $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ , 如同图 19 对于用光敏丙烯酸类作为有机树脂材料的情况所展示的那样, 并且提供一种具有与接触表面的角度等于或大于  $35^\circ$  的曲面。

再者, 有机化合物层 1913 是极薄的膜, 因此优选的是, 第一电极 1911 的表面做成平面。例如, 平面修整可采取化学或机械抛光(典型地 CMP 技术)或其他方法来完成, 可在第一电极 1911 的图案成形之前或之后进行。再有, 在绝缘层 1912 成形之前或以后实施清洁(刷净或用海绵清洁)以除掉异物(如废物), 以便提高第一电极 1911 表面的清洁程度。借此, 可减少暗斑和疵点缺陷的产生。

除了前面实施模式中所示材料之外, 发白光的材料也可用于发光元件 1915 的有机化合物层 1913 中。在此种情况下,  $\text{Alq}_3$ 、部分掺杂以红色颜料尼罗红的  $\text{Alq}_3$ 、 $\text{Alq}_3$ 、p-EtTAZ 和 TPD(芳族二胺)可采用蒸发法顺序层合在第一电极(阳极) 1911 上。注意, 当采用白色发光并在结构中结合滤色镜时也可获得 R(红)和 B(蓝)色光。

再有, 第二电极(阴极) 1914 成形在有机化合物层 1913 上, 蒸发(电阻加热)和溅射均可用作成膜方法。于是便制成由第一电极(阳极) 1911、有机化合物层 1913 和第二电极(阴极) 1914 组成的发光元件 1915。

另外, 还可采用具有绝缘特性的材料在发光元件 1915 的第二电极

(阴极)1914上成形钝化膜1916。注意,除了以硅为靶采用溅射成形的氮化硅膜之外,由氮化硅膜夹着吸湿材料组成的层合膜也可用作钝化膜1916的材料。另外,还可采用DLC膜(似钻石的碳膜)、氮化碳( $C_xN_y$ )以及诸如此类。

- 5 本发明可改善发光元件的特性,同时又不给具有TFT的有源矩阵发光器件的TFT特性带来不利影响。这是因为,形成了位于阴极与有机化合物层之间的中间LUMO能级内的给体能级,因此通过在部分有机化合物层内形成含给体分子的电子发射区,从阴极注入的电子传输可以高效地进行,并且通过形成电子发射区使其接触阴极。

- 10 另外,由载流子在发光层内的复合所产生的能量被转移到在含给体分子的电子发射区内形成的电荷转移络合物上,于是发光元件的光猝灭可得以防止,并且由于成形的电子发射区不接触被包含在有机化合物层内部的发光层,故发光效率的退化也可得以防止。



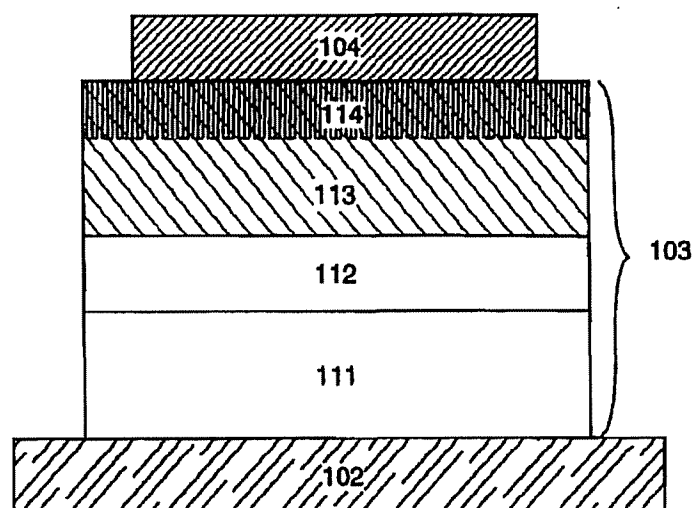


图 1

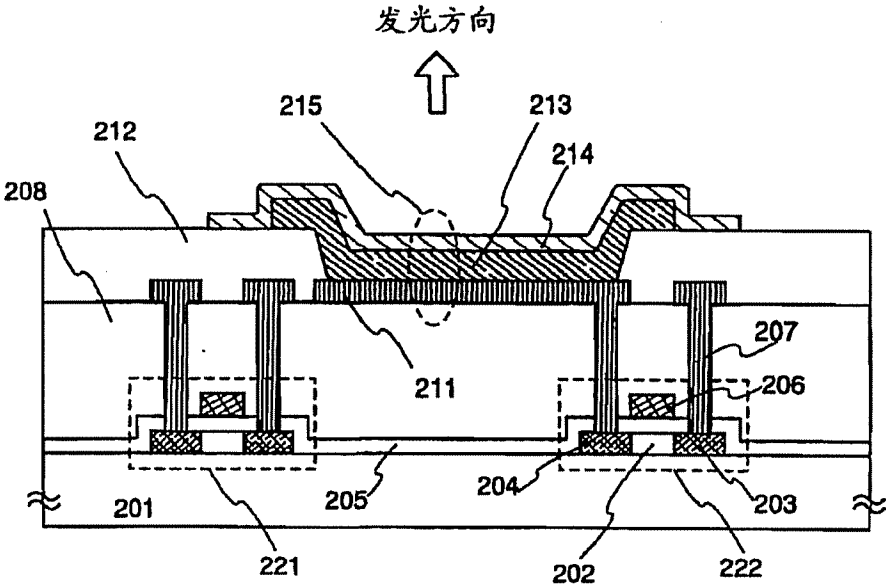


图 2A

213	214	Al (20 nm)
	236	TMB+Alq <sub>3</sub> (5 nm)
	235	Alq <sub>3</sub> (40 nm)
	234	BCP (10 nm)
	233	CBP+Ir(ppy) <sub>3</sub> (30 nm)
	232	α-NPD (40 nm)
	231	Cu-Pc (30 nm)
	211	TiN (120 nm)

图 2B

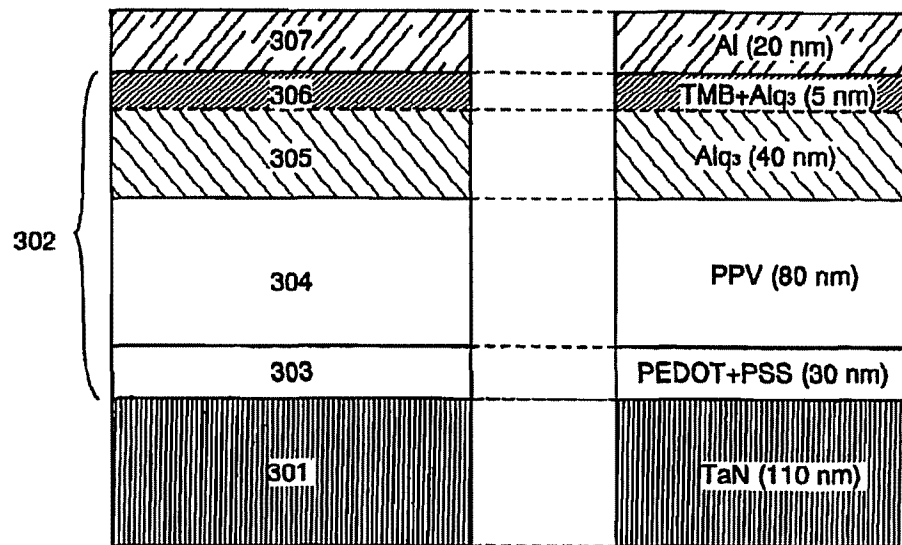


图 3

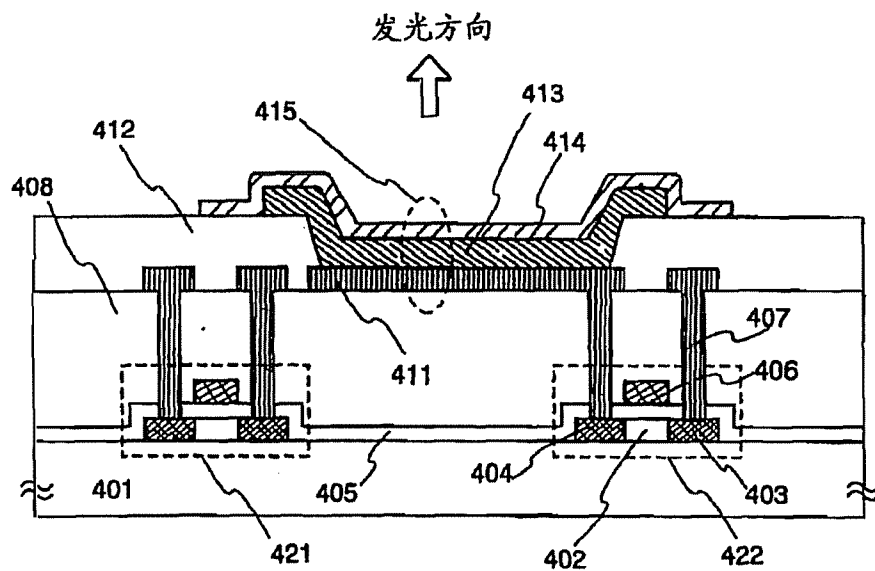


图 4A

413	414	ITO (120 nm)
	436	Cu-Pc (30 nm)
	435	$\alpha$ -NPD (40 nm)
	434	CBP+Ir(ppy) <sub>3</sub> (30 nm)
	433	BCP (10 nm)
	432	Alq <sub>3</sub> (40 nm)
	431	TMB+Alq <sub>3</sub> (5 nm)
	411	Al (110 nm)

图 4B

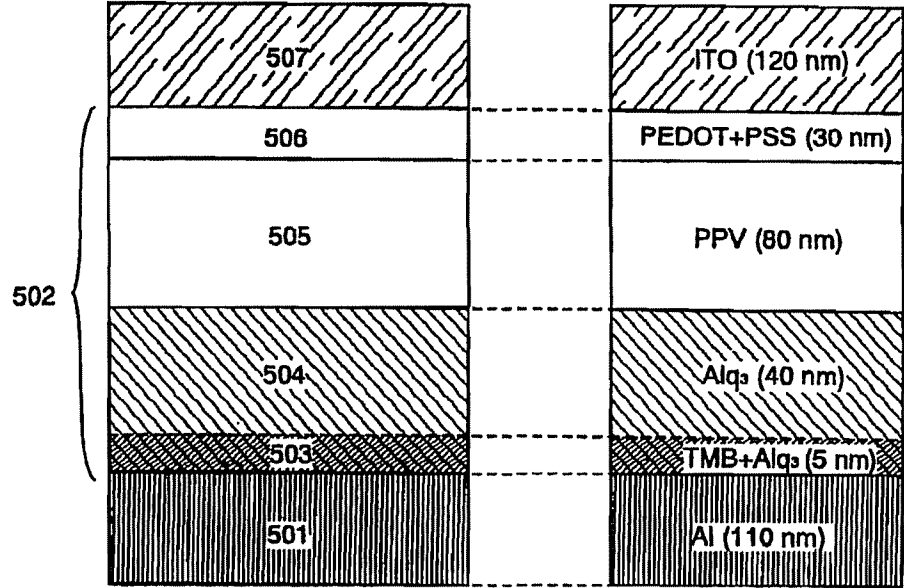


图 5

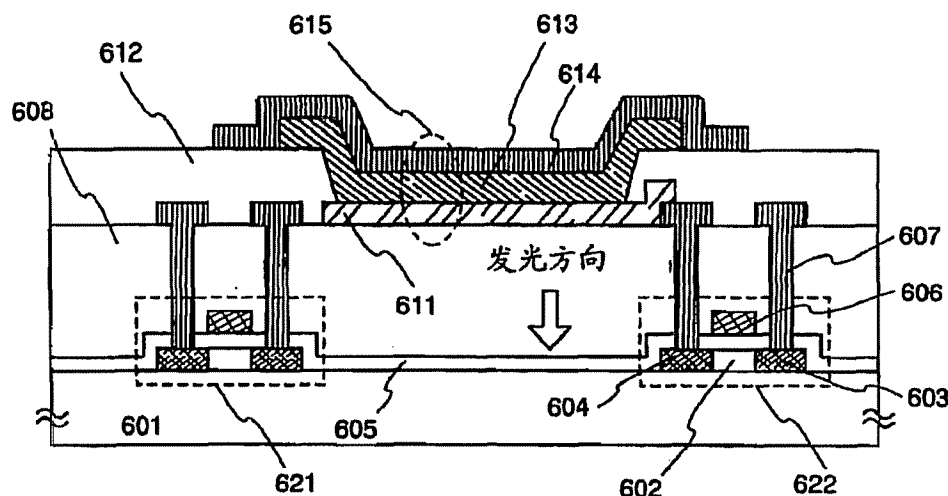


图 6A

613	614	Al (110 nm)
	636	TMB+Alq <sub>3</sub> (5 nm)
	635	Alq <sub>3</sub> (40 nm)
	634	BCP (10 nm)
	633	CBP+Ir(ppy) <sub>3</sub> (30 nm)
	632	α-NPD (40 nm)
	631	Cu-Pc (30 nm)
	611	ITO (120 nm)

图 6B

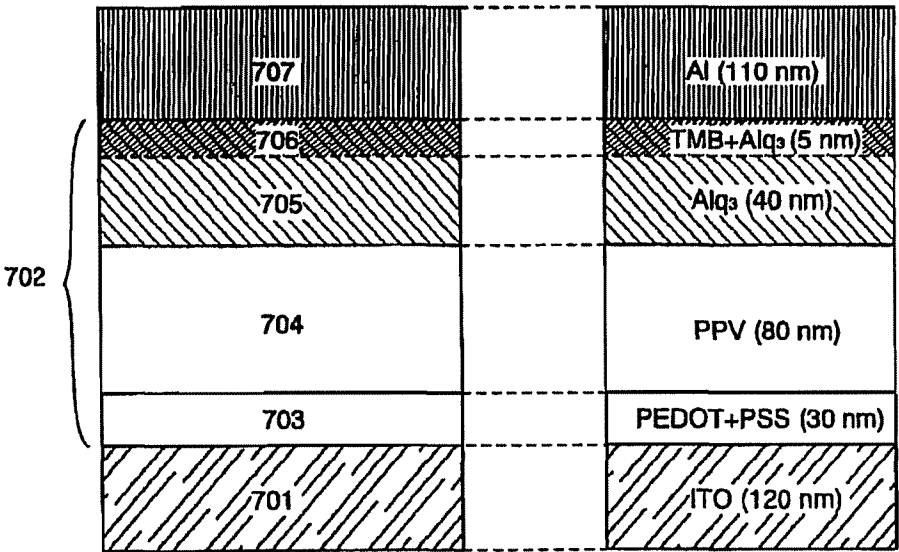


图 7

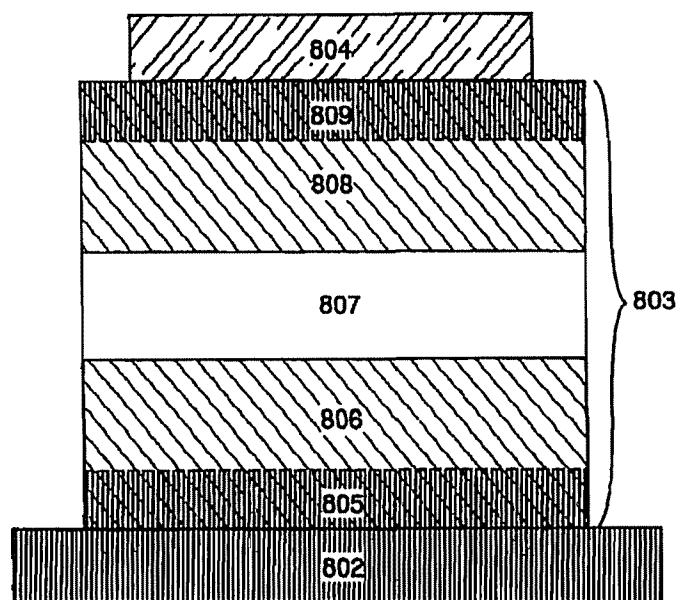


图 8A

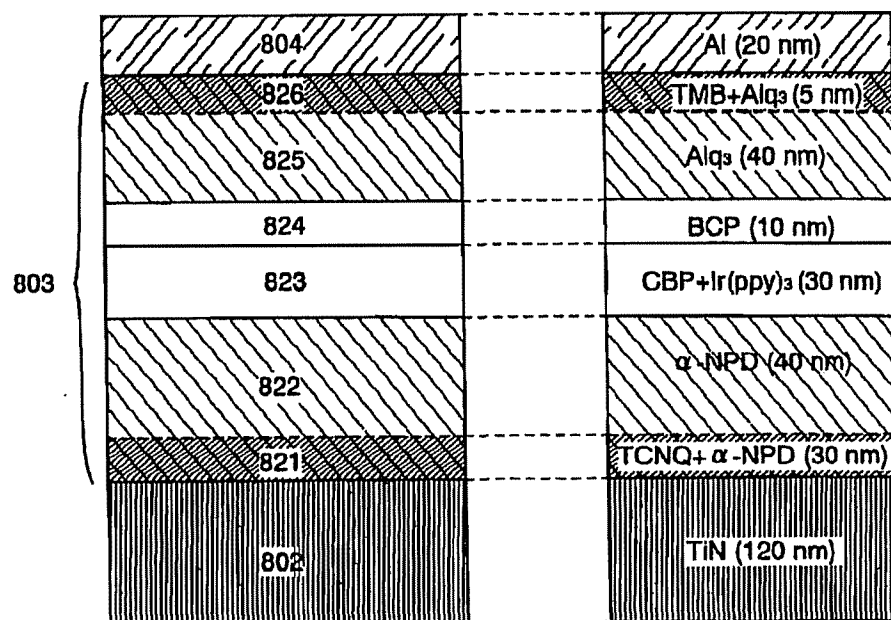


图 8B



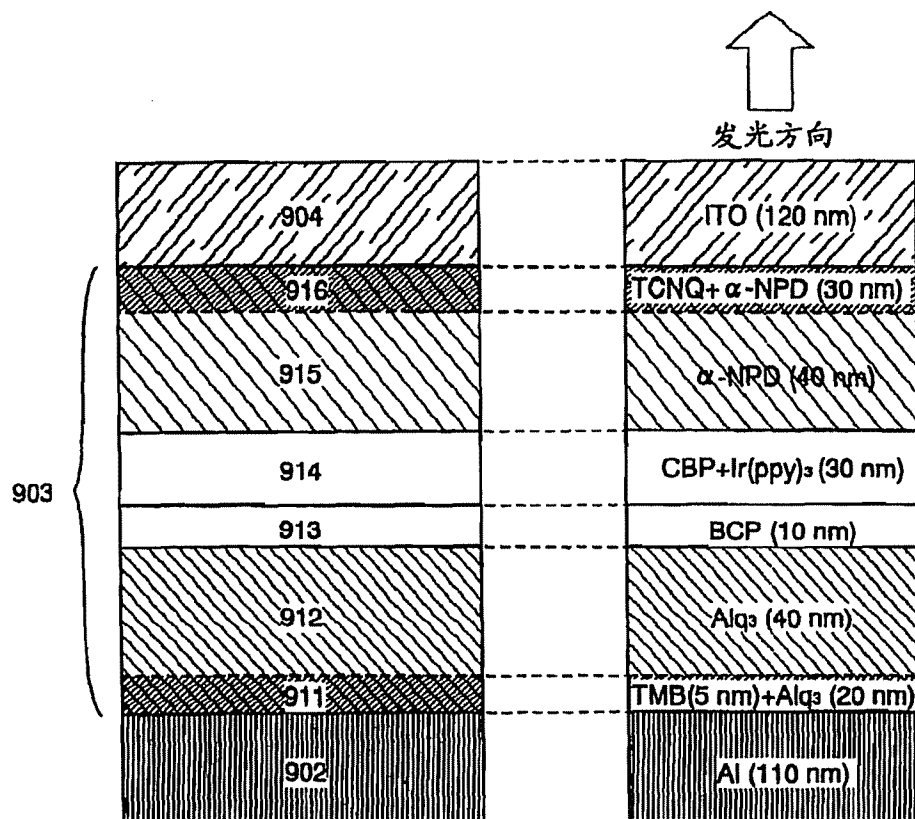


图 9A

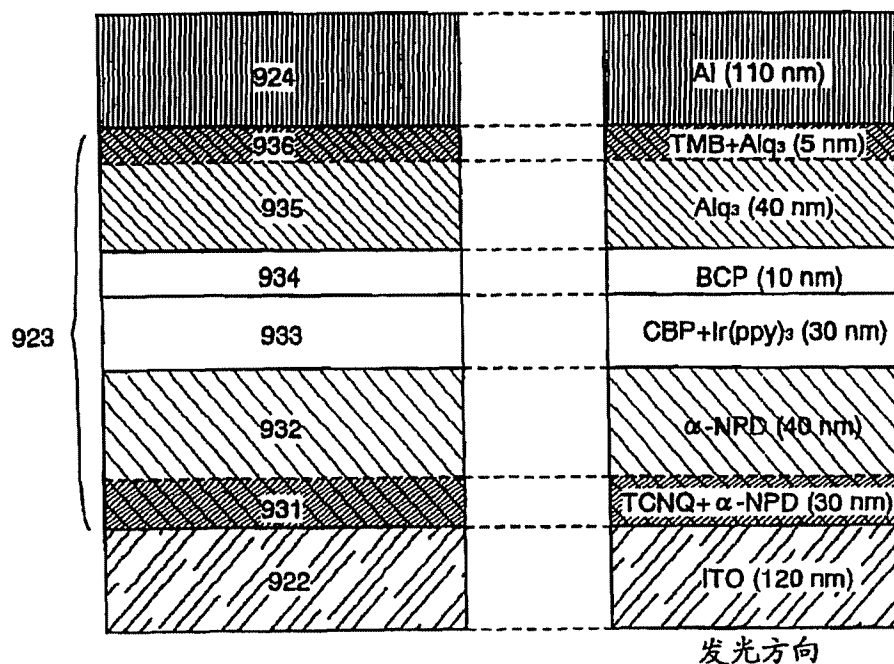


图 9B

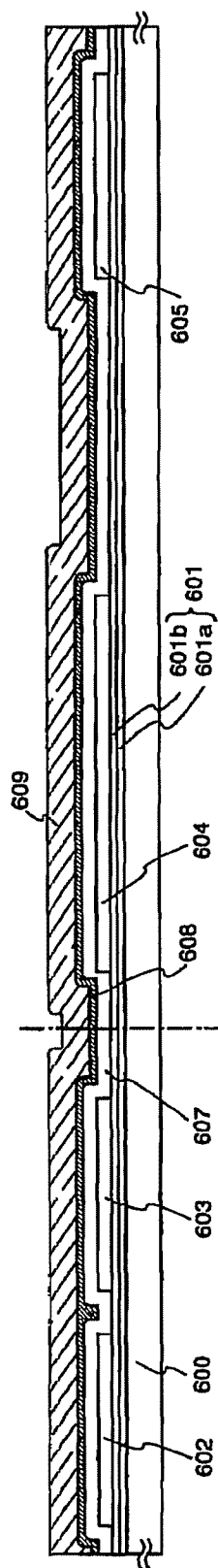


图 10A

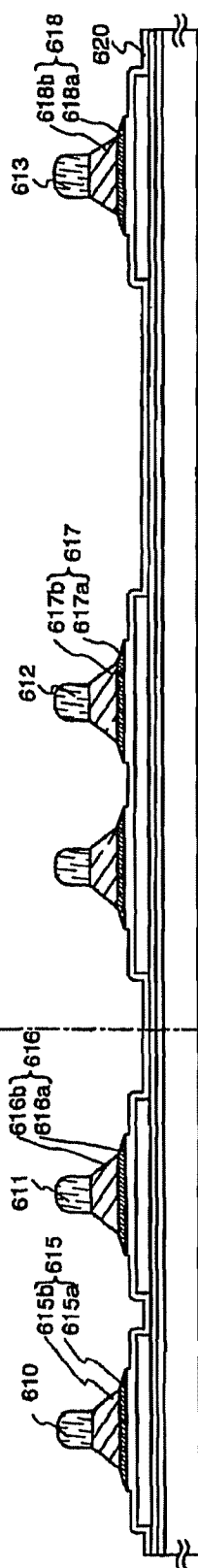


图 10B

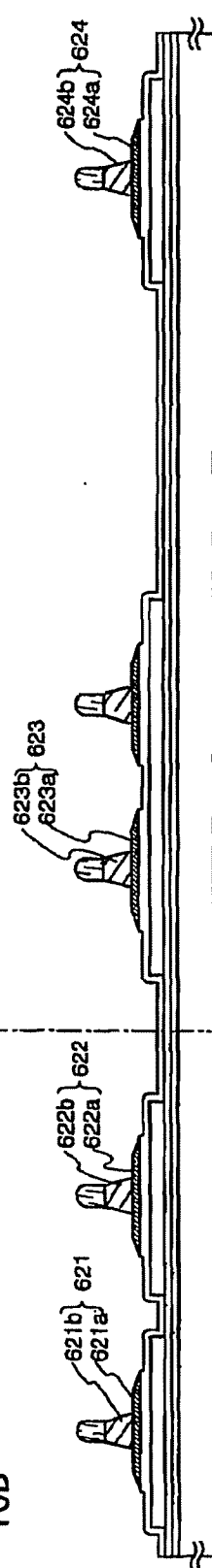
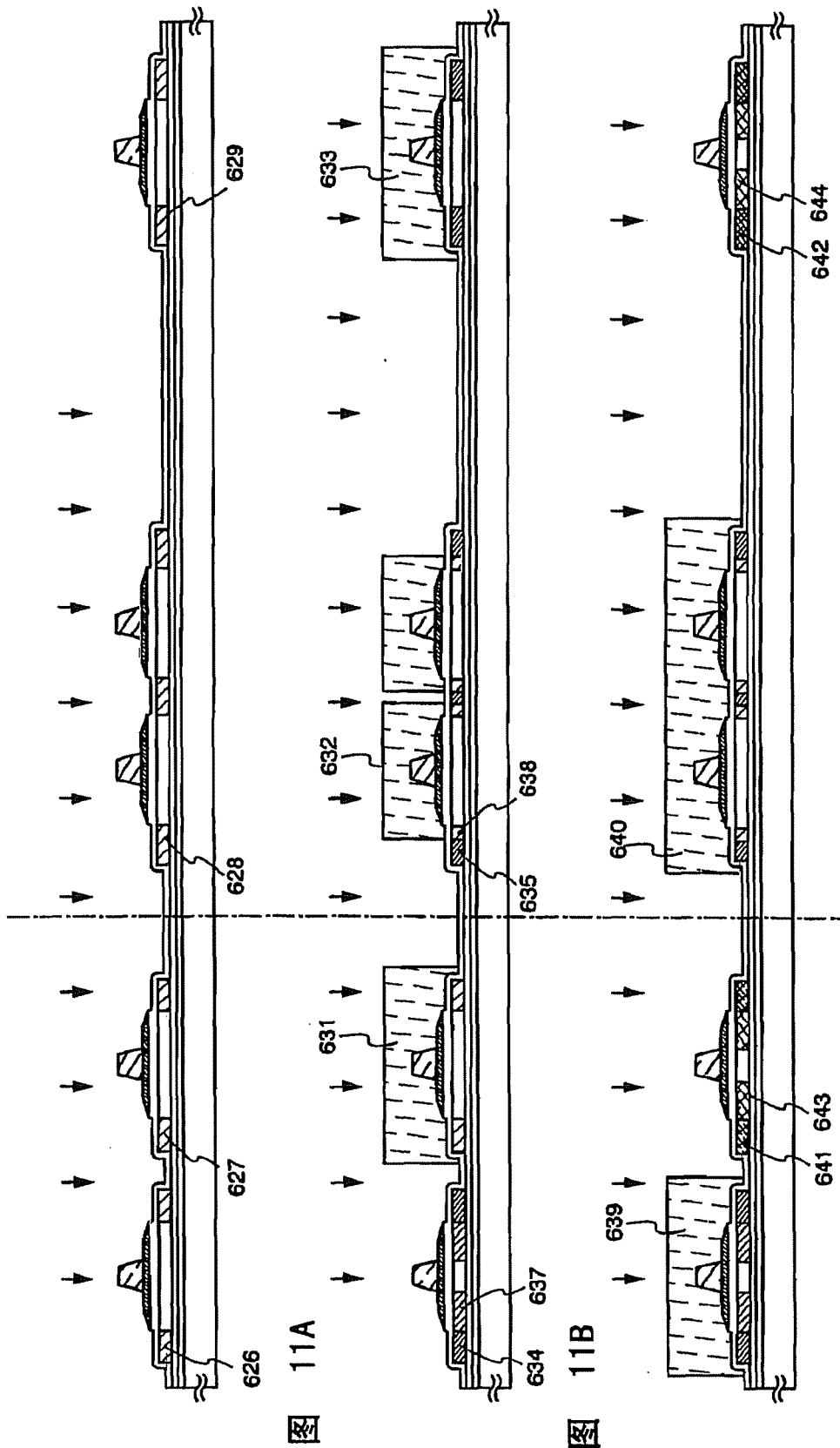


图 10C



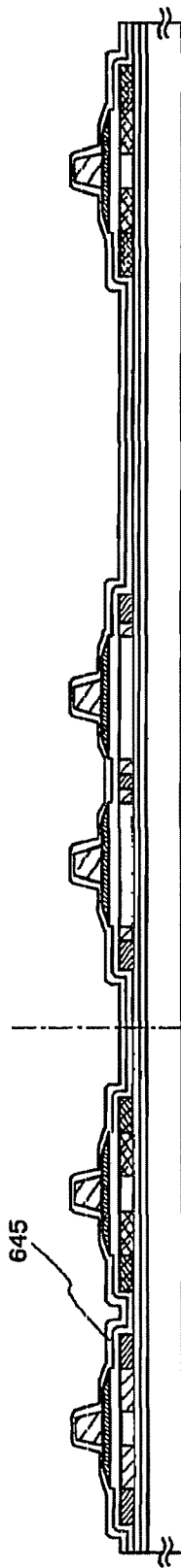


图 12A

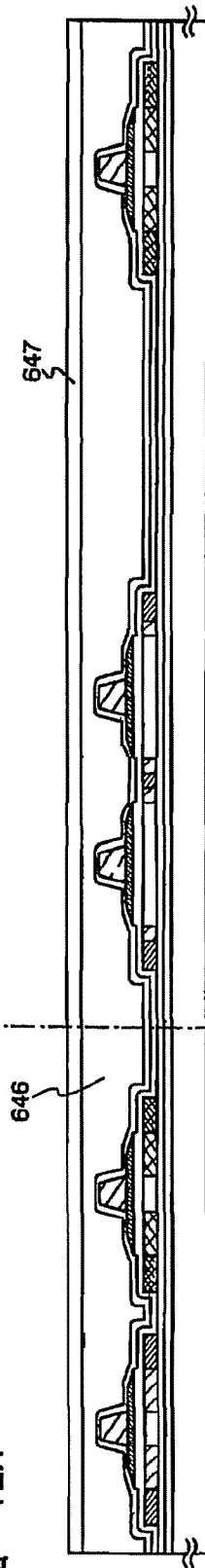


图 12B

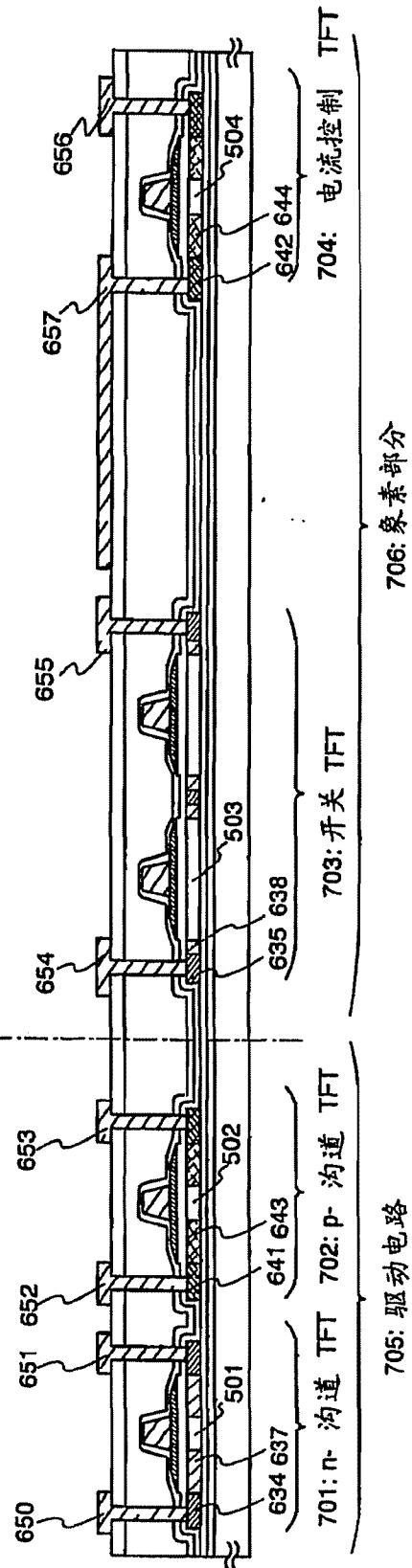


图 12C

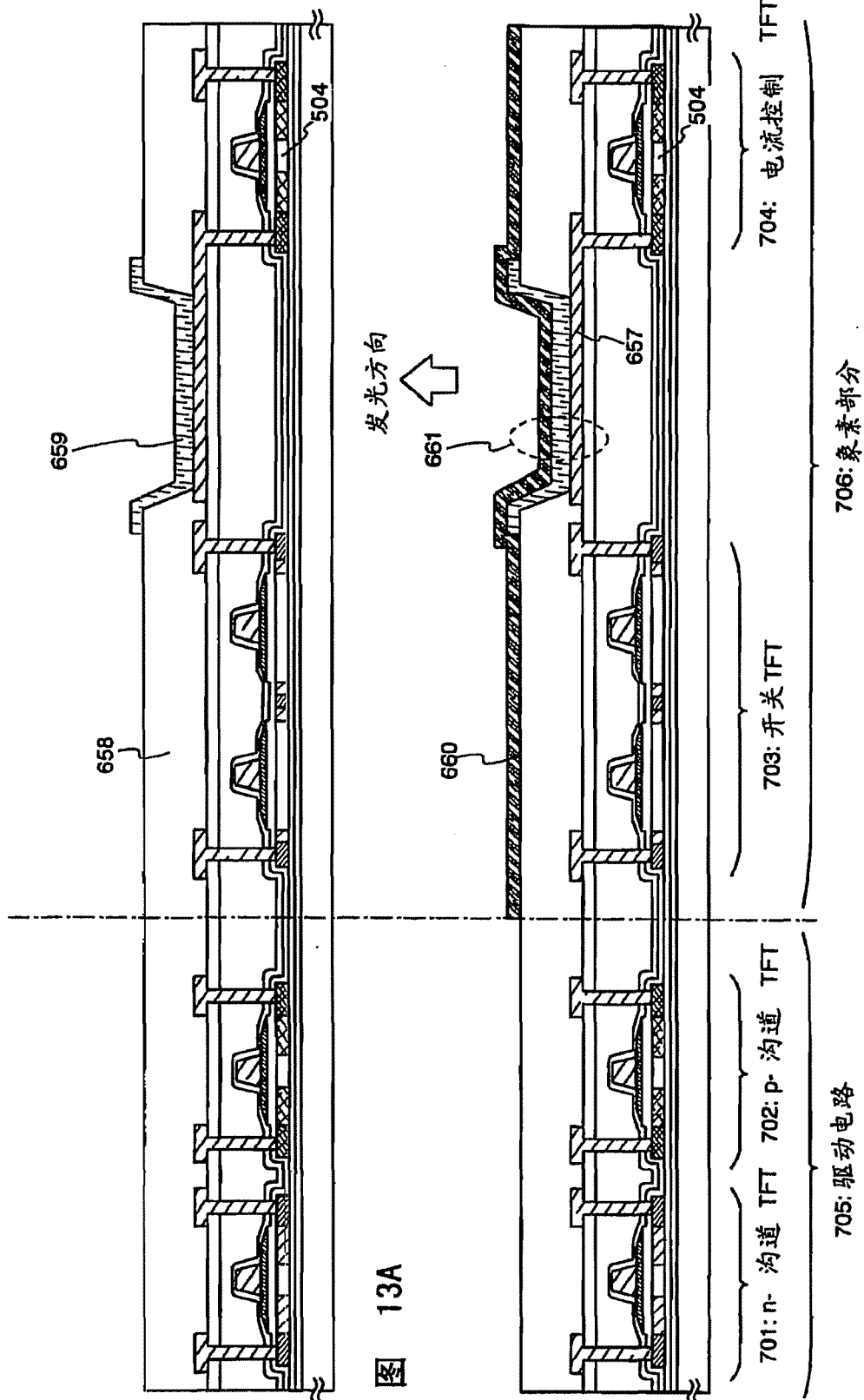
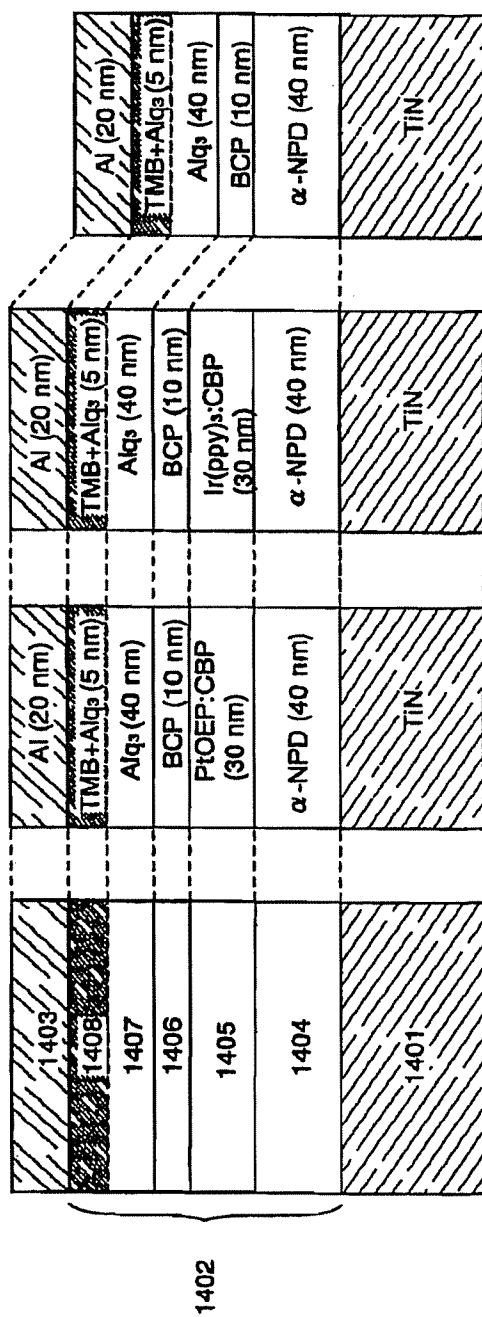
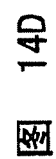
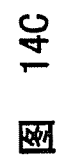



图 13A

图 13B

14A  


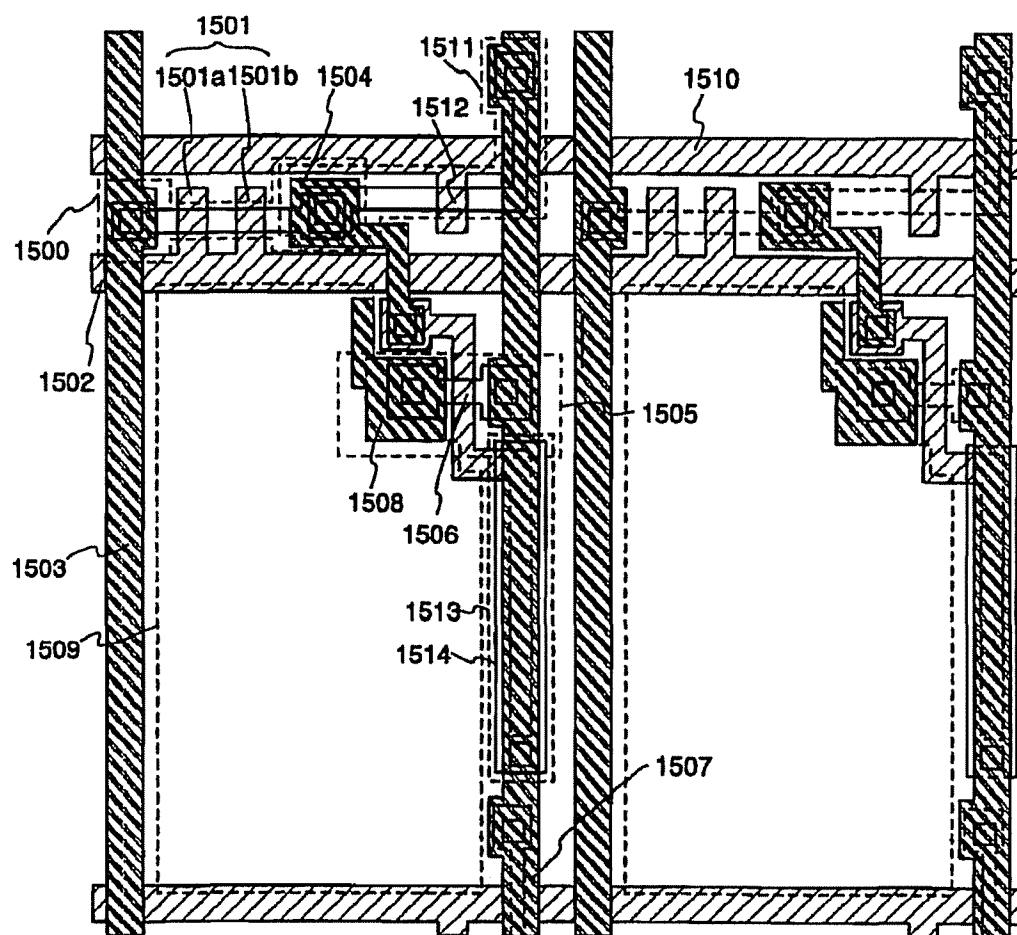


图 15A

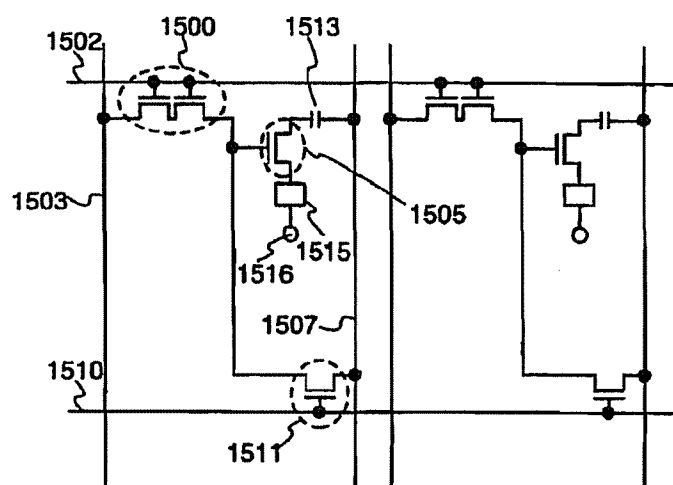


图 15B

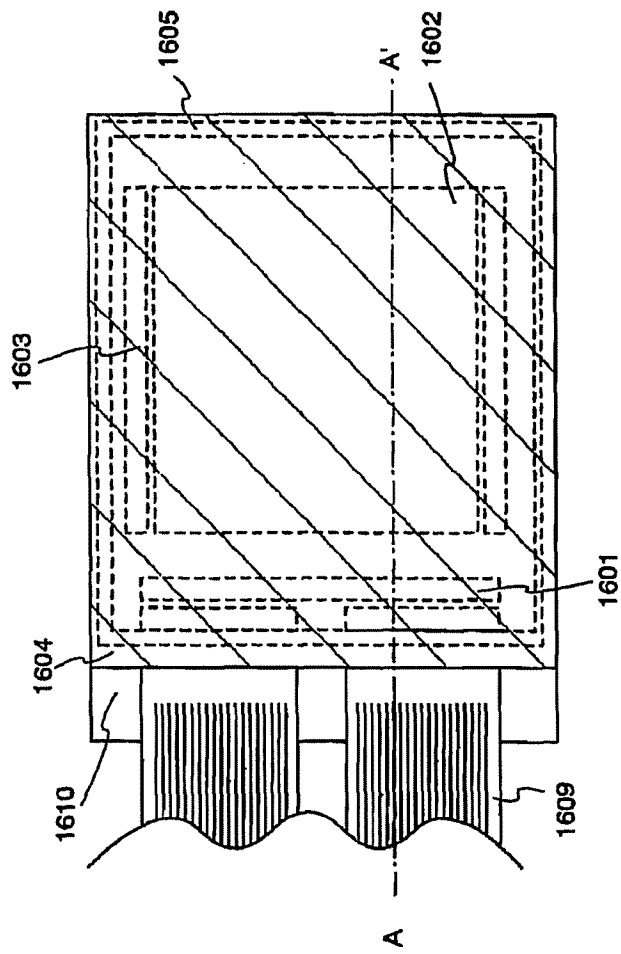


图 16A

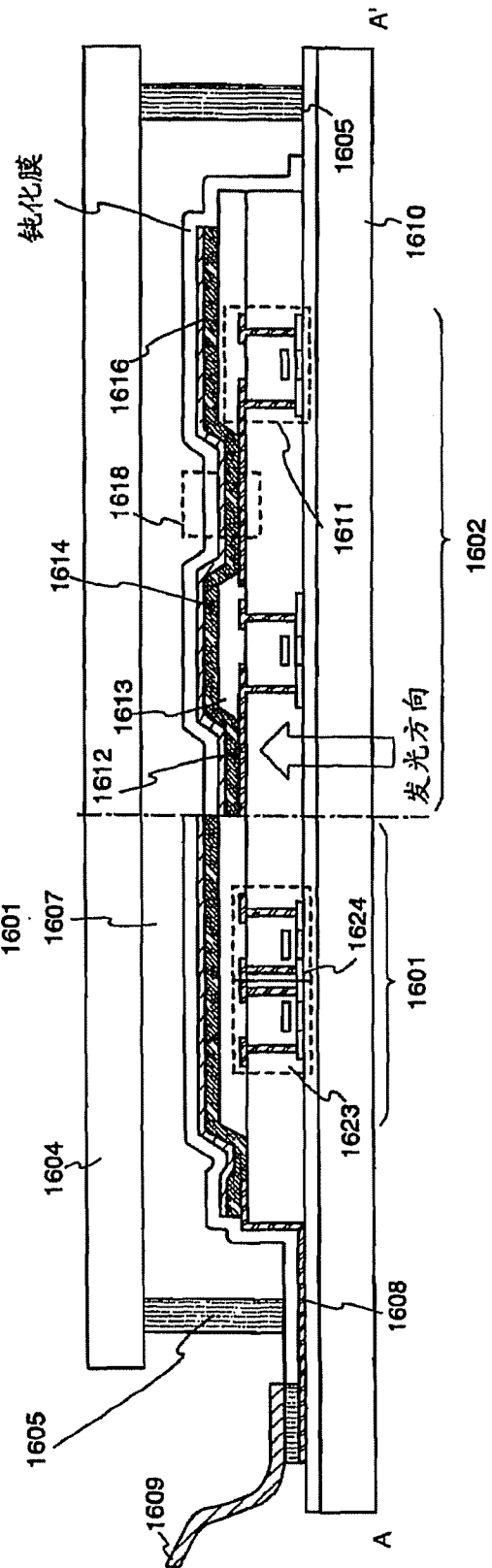


图 16B



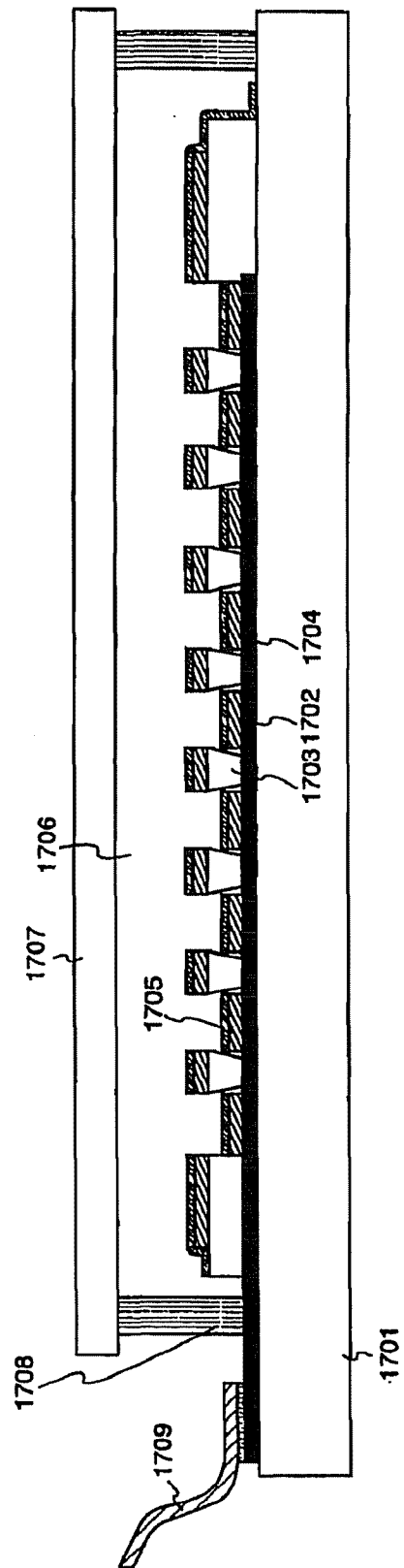


图 17

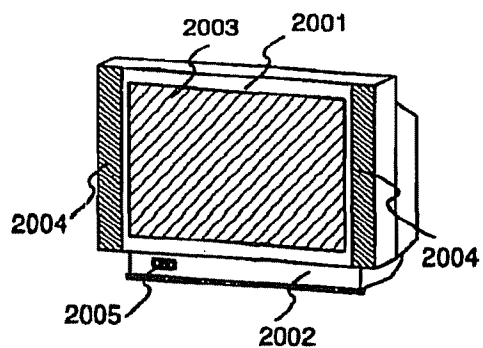


图 18A

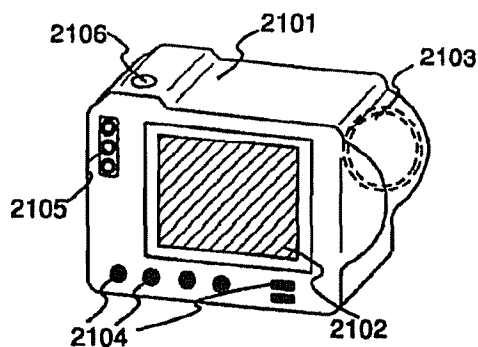


图 18B

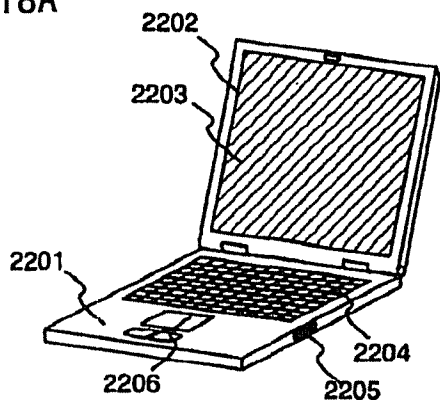


图 18C

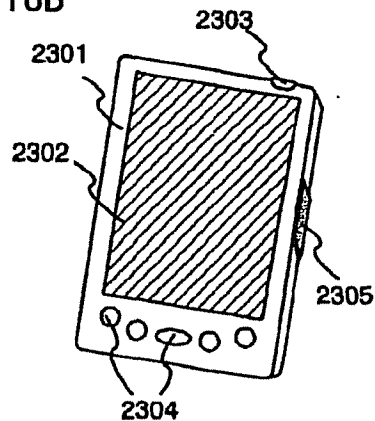


图 18D

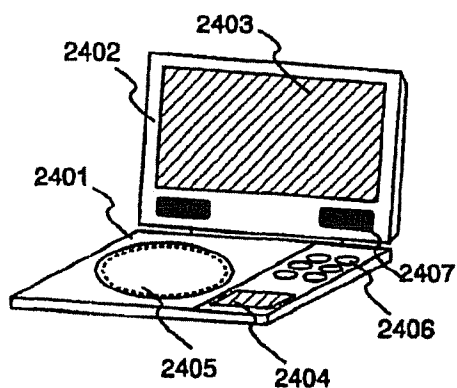


图 18E

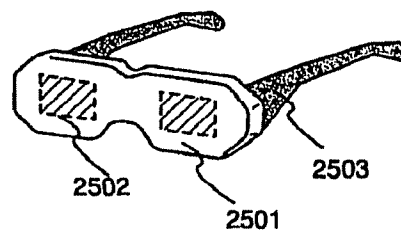


图 18F

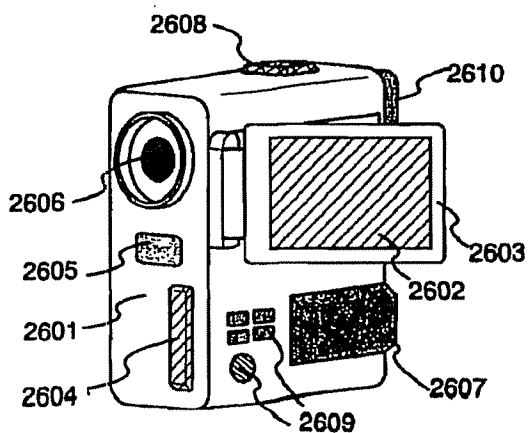


图 18G

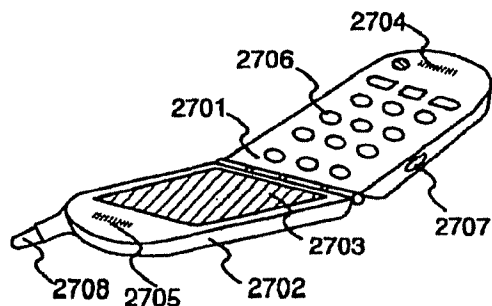


图 18H

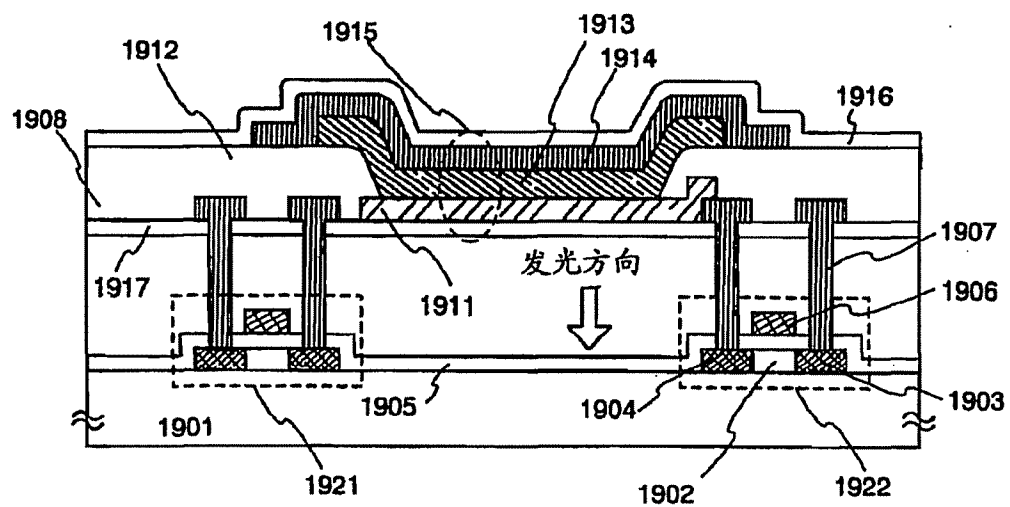


图 19